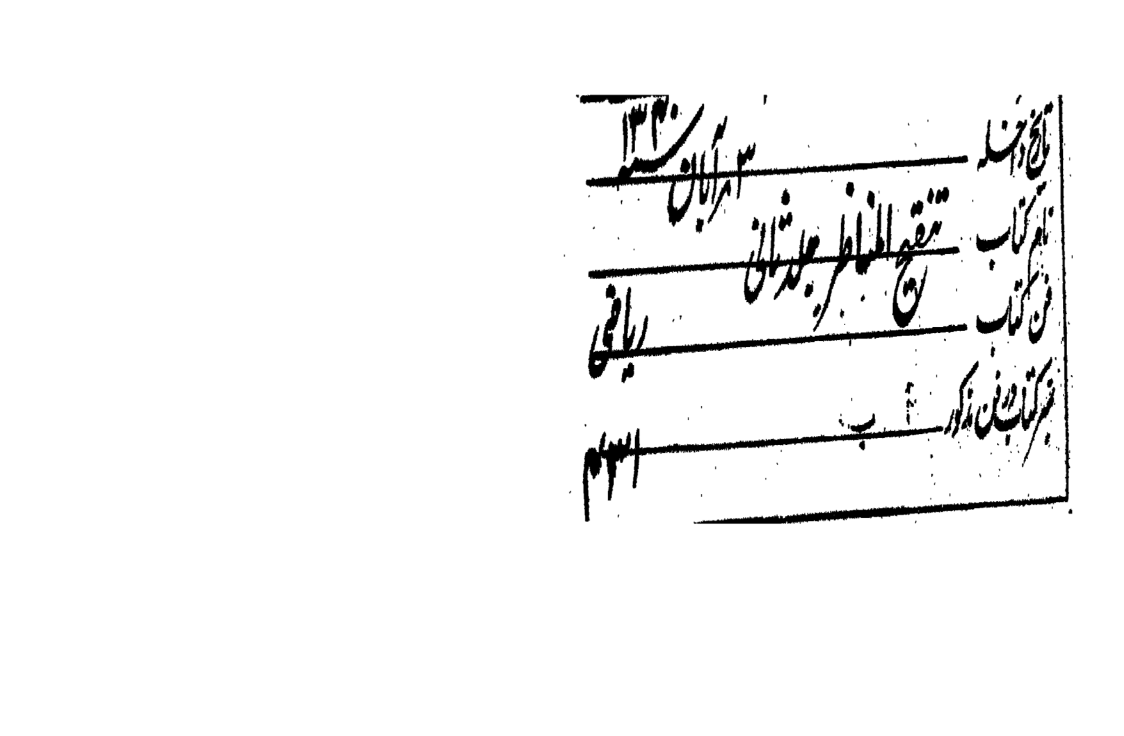


تاریخ دخول: ۳ آبان سنه ۱۳۲۰

نام کتاب: تنقیح المناظر جلد ثانی

فن کتاب: ریاضی

نمرهٔ کتاب در فن مذکور: ب ۴۳۱۱

اولم ينظروا فى ملكوت السموات والارض

الجزء الثانى

من

كتاب تنقيح المناظر

لذوى الابصار والبصائر

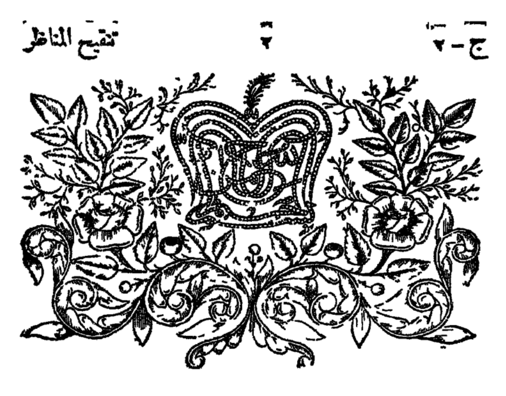
للعلامة كمال الدين ابى الحسن الفارسى
رحمه الله تعالى



الطبعة الاولى

بمطبعة مجلس دائرة المعارف العثمانيه الكائنة فى الهند
ببلدة حيدرآباد الدكن عمرها الله
تعالى الى اقصى الزمن

سنة ١٣٤٨ ﻫ



بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على رسوله الامين وآله الطاهرين وأصحابه الغر الميامين

المقالة السادسة

المقالة السادسة

في اغلاط البصر فيما يدرك بالانعكاس وعللها وهي تسعة فصول (١) صدر المقالة (٢) في الاغلاط التي تعرض من اجل الانعكاس (٣) في الاغلاط التي تعرض في المرايا المسطحة (٤) في الاغلاط التي تعرض في المرايا الكرية المحدبة (٥) في الاغلاط التي تعرض في المرايا الاسطوانية المحدبة (٦) في الاغلاط التي تعرض في المرايا المخروطية المحدبة (٧) في الاغلاط التي تعرض في المرايا الكرية المقعرة (٨) في الاغلاط التي في المرايا الاسطوانية المقعرة (٩) في الاغلاط التي تعرض في المرايا المخروطية المقعرة *

الفصل

الفصل الاول هو صدر المقالة

قد تبين فى المقالتين الرابعة و الخامسة كيفية ادراك البصر للمبصرات بالانعكاس وهيئته واوضاع خطوطه ومواضع الخيالات ومعلوم ان البصر يعرض له الغلط فيما يدرك بالانعكاس فان الناظر فى المرآة الكرية المقعرة ان كان بعد بصره عن سطحها اكثر من نصف قطرها فانه فى اكثر الاحوال يرى صورة نفسه منكوسة وان كان البعد اقل فانه يرى صورة المبصر اعظم مما هو والناظر فى المرآة الكرية المحدبة اذا كانت صغيرة يدرك صورة نفسه اصغر مما هو عليه وامثال ذلك يدرك فى جميع المرايا فالغلط اذاً واقع فى كثير مما يدرك بالانعكاس فقد بقى لنا ان نبين كيفية الغلط وعللها مستقصى وبالله التوفيق *

الفصل الثانى

فى اغلاط البصر التى تعرض من اجل الانعكاس ثلاثة مقاصد *

(١) قد تبين فى المقالة الثالثة ان البصر قد يغلط فى جميع المعانى البسطة والمركبة التى يدركها بالاستقامة وان سبب ذلك هو خروج احد المعانى الثمانية عن عرض الاعتدال وتقرر ان المدرك بالانعكاس انما هو صورة مدركة بالاستقامة فى موضع الخيال والبصر يدرك من الصورة المدركة فى موضع الخيال جميع المعانى الجزئية التى فصلت فى المقالة الثالثة اما من المنعكسة المألوفة ففى اكثر الاحوال بتقدم المعرفة واما من غير المألوفة فبالامارات و تشبيه المعانى التى فيها بنظائرها من المألوفة وكذلك يدرك المنعكسة على الوجوه المفصلة فى آخر المقالة الثانية اعنى بالبداهة والتأمل واقسامها واذاً فيلزم ان يعرض له الغلط فى ادراك الصور المرئية فى مواضع

الخيالات على مايعرض له فى طريق الاستقامة *

القصد الثانى

(ب) ثم ان الغلط قد يعرض فى طريق الانعكاس لاسباب اخرى ولا شيء مما يدرك بالانعكاس يخلو عن الغلط و ذلك ان نفس الانعكاس قد مر انه يضعف الصورة و يغيرها وكل مدرك بالانعكاس يدرك فى مقابلة البصر وفى جهة منه محدودة بعينها وجميع تلك المبصرات ليست كذلك وايضا فلو ان كل مدرك بالانعكاس يكون ممتزجا بلون المرآة لضرورة ورودهما الى البصر معاً على سمت واحد فهذه الاغلاط الثلثة تشمل جميع المدركات بالانعكاس واذا عرض الغلط فى الوضع فقد عرض في البعد عن البصر ايضا *

(اقول) لم يرد العروض فى كمية البعد بل فى نفسه والابعاد بين البصر والاشياء تختلف بحسب الجهات فاذا تغيرت الجهات اختلفت الابعاد *

قال - الحاصل

فالمعانى الاربعة التى هى الضوء واللون والبعد والوضع لا تدرك من الصور المنعكسة على ماهى عليه البتة *

القصد الثالث

(ج) فاما المعانى الباقية من الجزئية المفصلة فى المقالة الثانية فعروض الغلط فيها انما يكون من الخلل فى احد الشروط الثمانية لكن عروض الغلط لذلك فى طريق الانعكاس يكون اكثر منه فى طريق الاستقامة واسرع وفى مواضع واوضاع مأمونة عن الغلط فى طريق الاستقامة وذلك لان عرض الاعتدال فى كل مضىء من الثمانية انما يكون بحسب المعانى التى فى ذلك المبصر من الضوء واللون و سائر المعانى اللطيفة فيه واذ قد تبين ان هذه المعانى المذكورة تضعف بالانعكاس فهذه الصورة المنعكسة تحتاج الى قدر اكثر من كل واحد من المعانى الباقية ليتم بها ادراك المبصر صحيحا فعرض

الاعتدال

الاعتدال فى كل واحد من الثما نية بالنسبة الى الصورة المنعكسة اضيق منه بالنسبة الى الصورة المستقيمة واذا كان عرض الاعتدال اضيق فالغلط يعرض فى المنعكسة اكثر وفى اوقات و مواضع لا يعرض فيها فى طريق الاستقامة *

حاصل الفصل

فالغلط العارض فى طريق الانعكاس انما هو لسببين سبب يعم طريق الاستقامة والانعكاس وتأثيره فى الانعكاس اقوى وسبب يخص الانعكاس وذلك قسمان قسم يعم الصور المنعكسة ويقتضى الاغلاط الاربعة وقسم يخص الصور المنعكسة من مرآة مرآة من السبع وقد بقى ان نفصلها *

الفصل الثالث

الفصل الثالث

فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا المسطحة ثمانية مقاصد *

المقصد الاول

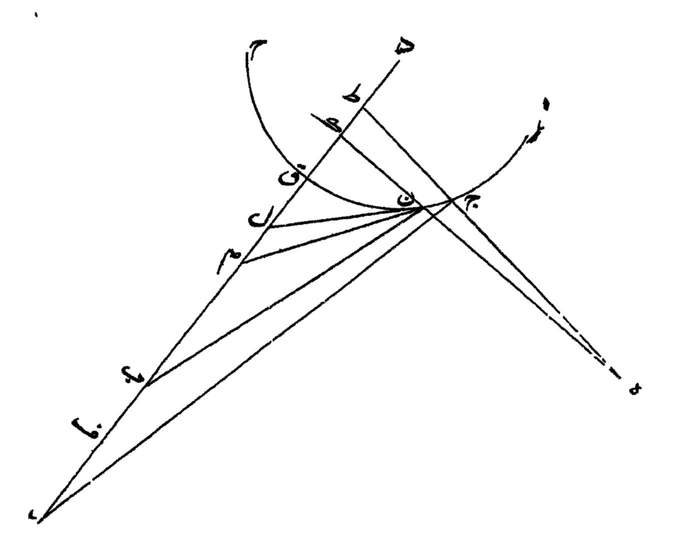
(١) فى الاغلاط التى تعرض من اجل الانعكاس خاصة وان كانت تعم صور جميع المرايا لكنها فى صور المرايا المسطحة تكون اقل لان خيالات المبصرات فيها تكون شبيهة بصور المبصرات فى الترتيب والتخطيط والهيئة ومساوية لها فى اعظامها اذا كانت ابعاد المبصرات عن المرآة معتدلة وبعد المرآة عن البصر معتدلا *

(اقول) المراد ان تكون ابعاد المبصرات عن المرآة مع بعد المرآة عن البصر معتدلا الاعتدال الذى يخص الانعكاس *

(قال) واذا اعتبرت هذه المعانى اى عظم المبصر وهيئته وترتيب اجزائه فى هذه المرايا وجد تها على ماذكرناه مالم يعرض فى ادراكه غلط من الاغلاط المقدم ذكرها التى علتها الانعكاس *

(اقول) ينبغي ان يحمل قوله التي علتها الا نعكاس على التي يوجبها ضيق عرض اعتدال بعض الشرائط بسبب الا نعكاس لا على التي يوجبها نفس الا نعكاس لان ذلك لا يستقيم *
(قال) ولنبين ذلك فليكن خط * ا ب * فصل انعكاس فى سطح مرآة مسطحة وخط * ج د * فى مبصرو فى سطح الا نعكاس الذى * ا ب * فصله و نتوهم عمودين خارجين من نقطتى * ج د * على خط من * ا ب هما * ج ل * د ن * فهما عمودان على سطح المرآة وليخرجا على استقامة الى * ح ر * وليكن * ح ل * مثل * ل ح * و * رن * مثل * ن د فنقطتا ح ر * خيالا * ج د * وليكن مركز البصر * ه * ونصل * ه ح * ه ر * ولنتوهم خطا شبيها بخط * ج د * يمتد من * ح * الى * ر * في سطح العمودين ولتكن صورة الخط الذي يلى * ل ن * شبيهة بصورة * ج د * التى تلى * ل ن * ان كان * ج د * مستقيما * فح ر * كذلك وان كان * ج د * مقوسا حدبية يلى * ل ن * فح ر * كذلك و كذا لو كان * ج د * منحنيا ا و منفرجا اوباى شكل كان فيتوهم * ح د * شبيها بشكله و صورته التى تلى * ل ن فح ز * شبيهة بصورة * ج د * التى تلى * ل ن * فيكون * ح ر * مثل ج د * لان بعدمابين * ح ر * كبعدمابين * ج د * واذا كان * ح ر * شبيها بج د * فان كل نقطة من * ج د * اذا خرج منها خط خيالها الى سطح المرآة فهو يلقى * ل ن * و اذا خرج على استقامة انتهى الى * ح ل * ويكون قسماه عن جنبتى * ل ن * متساويين وطرفه الذى على * ح ر * خيالا لطرفه الذى على * ج د * فكل نقطة من * ج د * خيا لها على * ح ر فجميع خط ح ر * خيال * ج د * وهو شبيه به ومساوله و * ح ر * فى داخل
مثلث

الشكل ٩٢



مثلث * ه ح ر * وكل خط يخرج من * ه * الى نقطة من * ح ر * فانه في داخل المثلث وصورة تلك النقطة اعنى خيال نظيرته من * ج د * انما يرد الى البصر على ذلك الخط فصور جميع نقاط * ج د * تنعكس في داخل مثلث * ه ح ر * كان بصره مع خط * ج د في سطح خطى * ج ل ح د ن ر * اولا لان بصره اذا كان خارجا عن سطح العمودين فان كل نقطة من * ج د * تكون مع بصر * ه * في سطح الانعكاس ونقطة الخيال فيه وبعده عن مسقط العمود مثل بعد مسقط العمود عن النقطة المبصرة وتكون جميع الاعمدة الخارجة من * ج د * المنتهية الى * ح ر * في سطح * ج ح * ر د * و تكون نقطة الخيال كلها على خط * ح ر * كما تبين قبل ﴿ الشكل ـ ٩٢ ﴾ واذاً فترتيب نقط الانعكاس في سطح المرآة كترتيب نقط الخيال وكترتيب نقط * ج د * لان ترتيب نقط الانعكاس كترتيب خطوط الانعكاس وذلك مثل ترتيب نقاط الخيال وذلك مثل ترتيب نقاط * ج د * وكذلك حال كل خط في سطح المبصر المدرك بالانعكاس فصورة المبصر المدركة بالانعكاس شبيهة بالمبصر ومساوية له وعلى ترتيبه وتكون جميع الصور التي هي الخيال في داخل مخروط الانعكاس *

(ب) والمبصر الواحد يدرك في هذه المرآة واحدا لان خياله يكون واحدا فالمرايا المسطحة اقل جميع المرايا اغلاطا وان كانت الاغلاط الاربعة تعرض فيها ضرورة * — المقصد الثاني

(ج) واذا كان المبصر ذا الوان مختلفة متقاربة الشبه وخاصة اذا كانت قوية مظلمة وادركه البصر بالانعكاس وقد ضعف الضوء الذي فيه فربما يدرك — المقصد الثالث

تلك الالوان لونا واحدا على انه لو ادرك من بعد مثل بعد الخيال بالاستقامة ادرك الوانه مختلفة على ماهى عليه فقد يعرض الغلط فى كيفية اللون وفى عدد الالوان ايضا من اجل الانعكاس ويوجد ذلك في سائر المرايا ايضاً *

الفصل الرابع

(د) وكذلك المعانى اللطيفة قد تشتبه و تلتبس على البصر للانعكاس عن المسطحة وربما كان التباسها من جميع الابعاد اذا كانت فى غاية اللطافة وان كانت تدرك من مثل الابعاد بطريق الاستقامة لان المعانى اللطيفة انما تدرك من ادراك اختلاف الوان الاجزاء واختلاف اوضاعها *

حاصل

فالاغلاط التى تختص بالانعكاس ولاتخلو منها المسطحة انما هى فى الضوء واللون والمعانى اللطيفة والبعد والوضع وماسواها من المعانى الجزئية فلايكون الغلط فيها من اجل الانعكاس فقط بل مع علة اخرى من الثمانية *

الفصل الخامس

(ه) وقد يعرض الغلط في المسطحة من اجل الانعكاس خاصة فى اوضاع اجزاء صورة المبصر بالقياس الى الناظر فان الصورة المدركة فيها اذا كان المبصر مقابلا للمرآة غير ملتصق بها والمرآة مواجهة للناظر والمبصر هو الناظر فيها نفسه او وضعه وضع الناظر تكون اجزاؤها المتيامنة صور الاجزاء المتياسرة وبالعكس والاجزاء المتعالية و المتسافلة صور المتعالية والمتسافلة من غير خلاف وعلة ذلك ان كل جزء من المبصر المدرك في المسطحة على هذا الوضع يكون خياله مقابلا له فيكون اجزاء الصورة المقابلة ليمين الناظر صورة الاجزاء المتيامنة و المقابلة لشمال الناظر صور المتياسرة والمتعالية صور المتعالية والمتسافلة صور المتسافلة ومستقر عند التمييز

من

من المبصرات بالاستقامة المألوفة اذا كانت مواجهة ان الاجزاء المقابلة
ليمين الناظر فيها هى المتياسرة وبالعكس فاذا قاس الصورة المنعكسة
بالمألوفة المذكورة ادرك مايقابل يمينه منها شمالا وبالعكس فاما اذا كان
المبصر ملتصقا بسطح المرآة او كان بحيث اذا توهم ممتدا على استقامة لقى
سطح المرآة او السطح المتصل بسطح المرآة فان وضع اجزائه بالقياس
الى الناظر بعكس ذلك اعنى انه يرى المتمالية منه متسافلة و بالعكس
والمتيامنة والمتياسرة بحالهما وذلك لان المبصر اذا كان ملتصقا بسطح
المرآة يكون الجزء المتصل بالمرآة من الصورة صورة الجزء المتصل
بالمرآة من المبصر والجزء المتباعد عن المرآة من الصورة صورة الجزء
المتباعد عن المرآة من المبصر فاذا كان المبصر مواجها للناظر وموازيا له وكان
طرف المبصر الذى يلى المرآة متسافلا بالقياس الى الناظر و الطرف
الآخر متماليا كانت الصورة بالعكس ويكون الاجزاء المتيامنة من الصورة
صورة المتيامنة والمتياسرة صورة المتياسرة وكذلك اذا كان المبصر
خارجا عن المرآة غير ملتصق بها واذا توهم ممتدا على استقامة لقى سطح المرآة
والسطح المتصل بسطحها وكذلك اذا كان المبصر ممتدا الى الجهة المقابلة
للناظر والمرآة مواجهة للناظر والمبصر ملتصقا بالمرآة او بحيث اذا امتد
على استقامة لقى سطح المرآة اوالسطح المتصل بسطحها واما ادراك المتيامنة
و المتياسرة على ماهى عليه فلان المبصر اذا كان مقابلا للناظر موازيا له كانت
ميامنه مقابلة لشمال الناظر ومياسره مقابلة ليمينه وكذلك وضع صورته
وكذلك اذا كان المبصر ممتدا في جهة المقابلة فان شماله يلي يمين الناظر
و يمينه يلى شماله *

خلاصة

فالاغلاط التي تعرض في المسطحة من اجل الانعكاس خاصة هي التي بيناها وبالجملة فانها ترجع الى ضعف الصورة واختلاف الوضع ولا يعرض فيها من اجل الانعكاس فقط الا ما يتعلق بهذين المعنيين لان المعاني الباقية داخلة تحتها *

(و) وقد يعرض فيها اغلاط اخر كثيرة الا ان جميع ما يعرض بعد المعنيين انما يعرض من اجل العلل الثمانية مع الانعكاس وهذه الاغلاط المركبة كثيرة وتعرض على وجوه كثيرة جميعها يرجع الى الامثلة المذكورة في المقالة الثالثة ونحن نذكر منها امثلة يستدل بها على ما سواها فمنها ان الناظر في المسطحة اذا رأى بطرفه الى موضع ابعد من المرآة او مائل عنها وحدق الى ذلك الموضع وكان يرى مع ذلك مبصرا في المرآة فانه ربما يراه اثنين وخاصة اذا كان المبصر صغير الحجم والعلة فيه ان سهمي الشعاع حينئذ يلتقيان على ذلك المبصر البعيد او المائل واذا كان يدرك المبصر بالانعكاس حينئذ بالبصرين فان الخطين الذين عليهما تنعكس صورة النقطة الواحدة منه الى البصرين يكونان مختلفي الوضع بالقياس الى سهمي البصرين اختلافا متفاوتا وهذان الخطان يلتقيان على نقطة الخيال فترد صورة الخيال على خطين مختلفي الوضع بالقياس الى البصرين فتحصل في موضعين مختلفين من البصر فتدرك النقطة نقطتين كما تبين ذلك في المقالة الثالثة واذا كان جميع نقاط المبصر كذلك حصلت للمبصر الواحد صورتان في العصبة المشتركة كما يعرض ذلك فيما يرى على استقامة ويكون الخيال الواحد بمنزلة المبصر الواحد الذي يرى على استقامة اثنين اذا التقت عليه الشعاعات المختلفة الوضع وان كان

المقصد السادس

بعض

بعض النقط كذلك دون بعض حصل للمبصر بالانعكاس صورتان متداخلتان فادرك المبصر الواحد اثنين متداخلين ويكون علة هذا الغلط هو خروج وضع صورة المبصر عن عرض الاعتدال وحصول الخيال في موضعين مختلفي الوضع من البصرين انما هو من اجل الانعكاس فعلة الغلط مركبة من الانعكاس ومن خروج الوضع عن عرض الاعتدال *

(ز) وايضا فان المبصر الذي يدرك بالانعكاس في المسطحة اذا كانت المرآة على بعد مقتدر عن البصر ولم تكن قريبة منه فانه يرى اصغر مما هو عليه ويكون مع ذلك بعد الخيال عن البصرين بحيث لو كان عنده المبصر وادركه على استقامة ادرك عظمه صحيحا *

﴿ اعتبار ﴾

ويظهر هذا المعنى اذا جعل المعتبر في موضع جسما ابيض وجلس في موضع على بعد خمس خطوات منه وجعل المرآة مقابلة للجسم ونظر فيها فانه يرى صورة ذلك الجسم في المرآة اصغر من الجسم نفسه واذا زاد التأمل ازداد تحققا واذا كانت المرآة في هذه الحال قريبة من البصر فلا يكون بين بعد الخيال عن البصر وبين بعد الجسم عن البصر كثير تفاوت يؤثر في الحس لان بعد الخيال عن البصر مثل بعد المبصر عن موضع الانعكاس مع بعد المرآة عن البصر *
(اقول) فيكون التفاوت بين بعد الخيال عن البصر وبين بعد الجسم عنه بقدر ما يكون التفاوت بين مجموع الضلعين المحيطين بزاوية منفرجة جدا وبين وتر الزاوية الذي هو قدر خمس خطوات وذلك يسير جدا *
(قال) ثم اذا باعد المعتبر المرآة عن بصره زيادة بعد على الاول ازدادت صورة الجسم صغرا واذا كان بعد الجسم عن المرآة قدر خمس خطوات وبعد

للمرآة عن البصر خطوتين مثلا فان بعد الخيال عن البصر يكون قدر سبع خطوات ومعلوم ان الجسم اذا ادركه البصر على استقامة من سبع خطوات فليس يدركه اصغر مما يدركه من خمس خطوات وعلة ذلك ماقدمناه من ان عرض الاعتدال فى طريق الانعكاس اضيق مماهو فى طريق الاستقامة وان المبصر على استقامة انما يدرك اصغر اذا كان على بعد تشتبه منه صورته وتخفى اجزاؤه الصغار والمعانى اللطيفة وذلك يحدث(١) فى المبصر بالانعكاس عن بعد اصغر لكون الانعكاس يضعف الصورة وهذا المعنى يعرض فى المبصرات الغريبة اكثر مما يعرض فى المألوفة ويدرك المبصر الغريب بالانعكاس اصغر مماهو من بعد اقل من البعد الذى يدرك منه المألوف اصغر وعلة ذلك تقدم المعرفة بعظم المألوف فلا تشتبه صورته على الحاس الامن بعد اعظم وعلة هذا الغلط مركبة من الانعكاس ومن خروج بعد المبصر الذى هو الصورة الخيالية عن عرض الاعتدال بالقياس الى الصور المنعكسة *

تنبيه

وكذلك هيئة سطح المبصر بالانعكاس تلتبس من بعد اقل بكثير من البعد الذى تشتبه منه هيئته اذا ادرك على استقامة واعنى بهيئة السطح التحديب والتقعير والشخوص والغؤور واذا اعتبر هذا المعنى فى جميع المرايا وجد الغلط فيه كثيرا ودائما ويكون فى المبصرات الغريبة من بعد اقل وهذا الغلط انما هو من التباس ابعاد اجزاء سطح الصورة عن البصر واختلاف هذه الابعاد وانما يحققه البصر من ادراكه لمقادير الاجسام المسامتة لابعاد اجزاء السطح ومن ادراكه لانعطافات سطوح الاجزاء واذا ضعفت صورة

(١) ن - يحصل

المبصر بالانعكاس خفيت الانعطافات و التبست من بعد اقل مما تلتبس منه فى طريق الاستقامة وتلتبس ايضا مقادير الاجسام المسامتة لابعاد الاجزاء للانعكاس *

﴿ تكملة ﴾

وقد يدرك البصر هذا المعنى من المبصرات بالحدس والامارات الاان الامارات تكون فى الصور البينة اظهر منها فى الضعيفة فيكون الحدس على المعانى التى فى الصور البينة امكن منه فى الضعيفة و اذا كانت الصور تشتبه بالانعكاس عن بعد اقل فادراك اختلاف الابعاد بالحدس ايضاً يعرض فيه الغلط عن بعد اقل *

(ح) وايضاً فان المبصر اذا ادرك بالانعكاس من المسطحة. وادرك وسطه دون طرفيه وكان المبصر قائما على سطح المرآة فان صورته تدرك ممتدة فى طول المرآة وتدرك نهاية الصورة كانها ملتصقة بمحيط المرآة وهذا الغلط يعرض كثيرا فى جميع المرايا *

﴿ اعتبار ﴾

ويظهر ذلك اذا اقام المعتبر عودا طويلا ابيض على وجه الارض وجعل المرآة على وجه الارض بالقرب من العود ونظر فى المرآة الى ان يرى وسط العود دون طرفيه فانه حينئذ يرى طرفى الصورة كانهما ملتصقان بطرفى المرآة و يرى جميع الصورة كانها ممتدة فى سطح المرآة والعلة فى ذلك هى التى بينت فيما يرى على استقامة ان البصر اذا ادرك مبصرين وكان احدهما يستر بعض الآخر ولم يدرك البعد الذى بينهما ولا الاجسام المسامتة للبعد الذى بينهما فانه يدرك المبصرين اللذين بهذه الصفة كانهما

متما سان كذلك الصورة التي يدركها فى المرآة دون طرفيها فانه يدرك طرفى الصورة كانهما يتصقان بمحيط المرآة فيدرك البصر نهاية الصورة من نهاية المرآة فيدرك نهايتى المرآة والصورة معا وليس يدرك فى هذه الحال البعد الذى بين طرف المرآة وبين المبصر فيراهما ملتصقين فان تحرك البصر بعد ذلك وقرب من المرآة حتى يدرك الطرف الاعلى من العود فانه يدرك العود منتصبا على سطح المرآة ومع ذلك فيدركه كالملتصق بجانب المرآة القائم على طرفها اما الا تنصاب فلانه يدرك التفرق الذى بين طرفه الاعلى والمرآة ويدرك خيال العود قائما على سطح المرآة واما التصاق الطرف الاسفل فلانه لا يدرك التفرق بين الطرف والمرآة ولا يدرك البعد الذى بينهما بالانعكاس وقد يغلط ايضاً اذا ادرك الطرف الاسفل مفارقا للمرآة ولم يدرك الطرف الاعلى فان الصورة فى هذه الحال تدرك ممتدة فى سطح المرآة وتدرك نهاية الصورة التى تلى الطرف الاعلى كالملتصقة بمحيط المرآة لانه يدرك ذلك التفرق فلا يدرك انتصاب العود على سطح المرآة وعلة هذا الغلط مركبة من الانعكاس ومن خروج وضع الصورة عن عرض الاعتدال لان اعتدال وضع هذه الصورة هو ان يكون موضعها بحيث يمكن للبصر ادراك تمامها بالانعكاس وكذا ادراك ما يحيط بذلك المبصر من الاجسام فعلل الاغلاط الجزئية التى تكون فى المرايا المسطحة تكون مركبة من الانعكاس ومن العلل التى هى علل اغلاط الاستقامة وهى تكون في بعض الاوضاع دون بعض وفى بعض المبصرات دون بعض والذى ذكرناه من الاغلاط الجزئية مقنع فى التمثيل دال على ماسواها *

في

الفصل الرابع

في الاغلاط التي تعرض في المرايا الكرية المحدبة احدو عشرون مقصدا *

مقدمة

الاغلاط التي تعرض في هذه المرايا بسبب الانعكاس خاصة اكثر مما يعرض في المسطحة فان الانعكاس عن الكرية المحدبة يضعف الصورة ويدرك البصر فيها الصورة في مقابلته وتكون اوضاع سطوح الصورة بخلاف اوضاع سطوح المبصر بالقياس الى البصر ويكون بعد الصورة عن البصر مخالفا لبعد المبصر وتكون اوضاع اجزاء الصورة المتيامنة و المتياسرة والمتعالية والمتسافلة بالقياس الى الناظر على مثل ماهي عليه في المرآة المسطحة ويعرض في هذه المرآة بسبب الانعكاس خاصة ان مقدار المبصر يدرك فيها غالباً اصغر من مقداره الحقيقي وهيئته في اكثر الاحوال على خلاف هيئته الحقيقية ولا شيء من المعاني المدركة في هذه المرايا يخلو عن غلط سوى ان المبصر الواحد يدرك واحدا وترتيب اجزاء المبصر بعضها عند بعض على ماهو عليه *

اعتبار

واذا اراد المعتبر ان يظهر له صغر الصورة في هذه المرايا فليعتمد عودا مستقيما ابيض يقيمه على سطح المرآة قياما معتدلا ثم ينظر في المرآة الى ان يرى ذلك العود فانه يرى صورة العود اقصر من نفسه قصر امتفاوتا وان جعل العود القائم معترضا ونظر فيها فانه في اكثر الاوضاع يرى صورة العود اصغر ايضا الا انها عند الانتصاب تكون اصغر مما اذا كان معترضا وكل مبصر يعتبر صورته في الكرية المحدبة وان كان فسيح الاقطار فان مقدار صورته يوجد

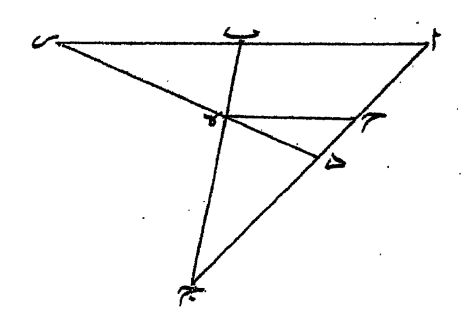
فى اكثر الاوضاع اصغر من مقداره الحقيقى و اذا اعتبر العود المستقيم المعترض فى هذه المرآة وكان العود مقتدر الطول فانه يجد صورته فى اكثر الاوضاع محدبة حدبتها تلى سطح المرآة بخلاف مايرى فى المسطحة والعلة فى جميع ذلك الخيال فان خيال المبصر فى هذه المرآة يكون فى اكثر الاحوال اصغر وخيال الخط المستقيم المعترض يكون فى اكثر الاحوال محدبا وكثير من الدوائر المحيطة بالمرآة تكون خيالات مقعرها الذى يلى المرآة محدبة فليبين ذلك بالبرهان *

القصد الاول

(ا) فنقول كل خط مستقيم يدركه البصر فى مرآة كرية محدبة فان خياله فى اكثر الاوضاع اصغر من الخط نفسه اعنى الخط الواصل بين طرفى الخيال يكون اصغر من الخط المبصر نفسه كانت صورة الخط محدبة اومستقيمة فليتوهم خط * ا ب * فى مبصر وليكن مرآة كرية محدبة عليها * ر ج ح * والمركز * د * وليكن * ا ب * على استقامة قطر لها *

(فاقول) ان خيال * ا ب * اصغر منها بكثير وذلك انا نخرج * ا ب * حتى ينتهى الى * د * وليكن مركز البصر نقطة * ه * وفصل الانعكاس دائرة * ر ج ح * ونقطتا انعكاس * ا ب * هما نقطتا * ج ن * ونخرج خطوط الانعكاسين وهى * ه ج * ج ا * ه ن * ن ب * فنقطة * ن * تكون من وراء خط * ج ا * بالقياس الى بصر * ه * كما تبين فى المقالة الخامسة ونخرج * ج م * يماس قوس * ج ح * فهو يلقى * ا د * وليكن على * م * ونخرج * ن ل * يماس قوس * ن ح * فيلقى * ا د * وليكن على * ل * فنقطة * ل * اقرب الى سطح المرآة من نقطة * م * ونخرج خط * ه ج * فى جهة * ج * فيلقى * ا د * وليكن على * ط * وكذا * ه ن * وليلقه

الشكل ٩٣



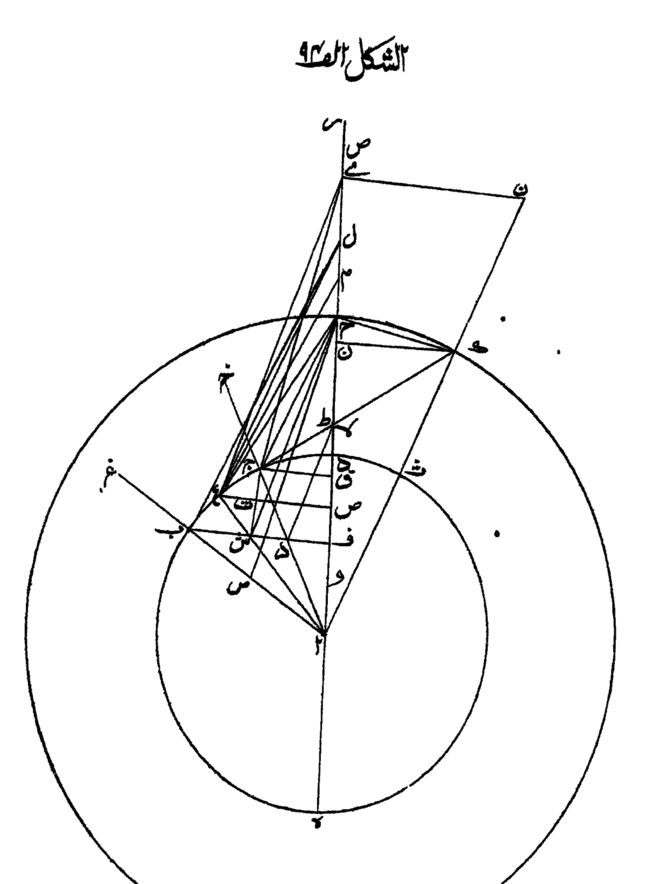
على * ك * فط * خيال * ا * و ك * خيال * ب * وخط * ط ك * خياله
ا ب * ونسبة * ا د * الى * د ط * كنسبة * ا م * الى * م ط * ونسبة
ب د * الى * د ك * كنسبة * ب ل * الى * ل ك * و نسبة * ا د * الى
د ط * اعظم من نسبة * ب د * الى * د ك * فنسبة * ا م * الى * م ط *
اعظم من نسبة * ب ل * الى * ل ك * فلتكن نسبة * ف م * الى * م ط
كنسبة * ب ل * الى * ل ك * و ب ل * اعظم من * ل ك * لان نسبته
اليه كنسبة * ب د * الى * د ك * فخط * ف م * اعظم من * م ط *
ولتكن نسبة * ب ل * الى * ل ك * كنسبة * ب م * الى * ل ق *
(اقول) فتكون نقطة * ق * فيما بين * ل ك *
(قال) فتكون نسبة * ف م * الى * م ط * كنسبة * ب م * الى * ل ق
وكنسبة * ف ب * الباقى الى * م ل * ق ط * الباقيين مجموعين و * ف م *
اعظم من * م ط * فخط * ف ب * اعظم من خطى * م ل * ق ط *
مجموعين فهو اعظم بكثير من خط * ك ط * وا ب * اعظم من * ف ب *
فا ب * اعظم بكثير من * ط ك * خياله وان كان الخط المبصر هو * ا م *
فهو اعظم من * ك ط و كذا لو كان المبصر خطا اعظم من * ا م *
﴿ الشكل - ٩٣ ﴾

﴿ الحاصل ﴾

وكل خط تدركه فى مرآة كرية محدبة اذا كان على استقامة قطر لها فان خياله
يكون اصغر بكثير من الخط نفسه وايضا فليكن - ا ب * معترضا غير مار
بمركز المرآة وليكن المركز * ج * ونصل * ا ج * ب ج * وليكن خيالا
ا ب * نقطتى * د ه * ونصل * د ه * فد ه * هو الذى يصل بين طرفي

خيال المبصر الذى خط * ا ب * واصل بين طرفيه *
(فاقول) ان * د ه * فى اكثر الاحوال اصغر من * ا ب * وذلك ان * د ه * اما ان يوازى * ا ب * اولا فان وازاه فهو اصغر منه وان لا فليكن على * ر * فزاوية * ر د ا * اما ان تكون حادة اولا فان كانت غير حادة فانا نخرج * ه ح * يوازى * ا ب * فيكون * ح * فيما بين * ا د * ويكون * ه ح * الذى هو اصغر من * ا ب * ليوازيهما فى مثلث اعظم من * ه د * الخيال لكونه وترزاوية * ا د ر * فا ب * اعظم بكثير من * د ه * وان كانت زاوية * ر د ا * حادة فاما ان لا يكون * ا ب * اصغر من * ج ه * اولا فان كان الاول فان * ا ب * يكون ايضا اعظم من * د ه * لان خط * ج ه * فى هذه الحال يكون اعظم من * د ه * لكونه وتر المنفرجة وهو اصغر من * ا ب * اومثله * فا ب * اعظم من * د ه * وان كان اصغر فربما كان اعظم من * د ه * ومساويا واصغر لان زاوية ز د ا * اذا كانت حادة كانت زاوية ـ ا ج ب * حادة واذ ذاك فيمكن ان يكون * ا ب * اعظم من * د ه * ومساويا واصغر *
(اقول) وسيجئ بيانه بعد *
(قال) الا ان التساوى والصغر نادر ولا يكون ذلك الا اذا كان * ا ب * اصغر من * ج ه *
(اقول) بل ان يكون * ا ب * اصغر من نصف قطر المرآة بقدر محسوس *
(قال) واذا كان المبصرات صغارا فان الانعكاس يؤثر فى صورها اكثر مما يؤثر فى صور العظام لان الصورة الصغيرة تضعف وتلتبس قبل ضعف الكبيرة *

(اقول)

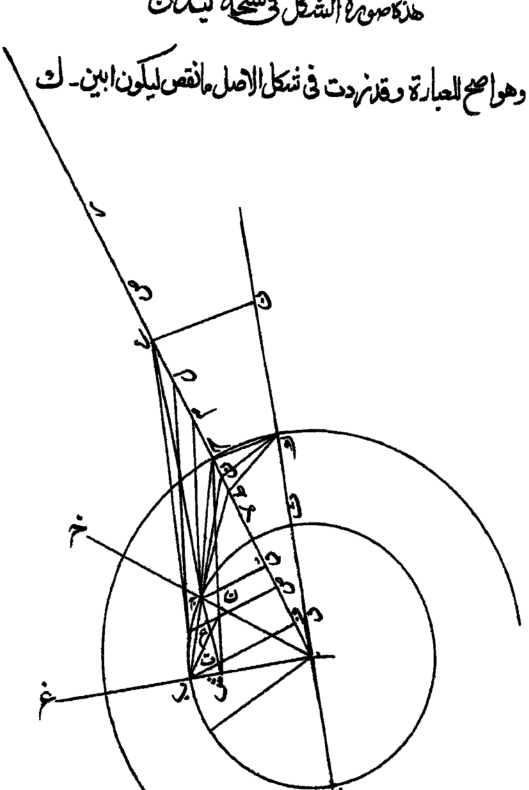


٢الشكل ٢الف ٩٤

الشكل ب٩٤

هذه صورة الشكل فى نسخة ليدن

وهو اصح للعبارة وقد زدت فى شكل الاصل ما نقص ليكون ابين ـ ك



(اقول) تقريب هذا الكلام هو انه اذا كانت المبصرات صغارا لو تضعف عن يسرو الاوضاع التي يكون فيها * ا ب * اعظم من * د ه * نادرا فان كان على بعض تلك الاوضاع * ا ب * مساويا او اصغر وكان صغيرا فان صورته تتصاغر ايضا عما تقتضيه الامر الهندسي فاذا كان * ا ب * صغيرا ففي اكثر صور التساوي والصغر يكون اعظم ايضا *

(قال) وايضا فانه قد تبين قبل ان المبصر المدرك بالانعكاس اذا كان على بعد مقتدر فانه يدرك الصورة اصغر وان كان من الابعاد التي لا يقع لها الغلط في طريق الاستقامة فاكثر الابعاد المقتدرة التي يدرك منها مقادير الصغار بالاستقامة محققا فانه لا يدرك منها مقادير الصغار بالانعكاس محققا بل اصغر ﴿الشكل - ٩٤﴾

(اقول) والتقريب ما مر *

(قال) فالمبصرات التي يدركها البصر بالانعكاس في الكرية المحدبة تدرك مقاديرها في اكثر الاحوال اصغر مما هي عليه وذلك ما اردنا بيانه *

الفصل الثاني

(ب) وتبين مما بيناه ان المبصر كلما بعد عن المرآة ازداد خياله صغرا لانه اذا بعد صغرت الزاوية التي يوترها ذلك المبصر عند مركز المرآة النظيرة لزاوية * ا ج ب * وقرب الخيال من المركز فاذا بعد صغر خياله للسببين واذا اعتبر ذلك وجد كذلك *

الفصل الثالث

(ج) ولهذه العلة ايضا يوجد المبصر اذا كان ملتصقا بسطح المرآة ومتساوي الغلظ كالاسطوانة المنتصبة على سطح الكرة ان صورته منخرطة لان صورته تكون متصلة به فتكون صورة قاعدته منطبقة على قاعدته وتكون صورة طرفه الاعلى طرف الصورة المتباعدة عن سطح المرآة فيكون

خيال الطرف الابعد ادق من خيال الطرف المتصل فيعرض ان يكون الخيال منخرطاً وكذلك اذا كان هذا المبصر غير ملتصق بالمرآة لكنه منها على وضع الانتصاب فان خيال طرفه الابعد ادق من خيال طرفه الاقرب فيعرض الانخراط *

الفصل الرابع

(د) واستبان ايضا ان هذه المرآة كلما صغرت كان خيال طرف المبصر فيها اصغر لان نقطة الانعكاس تكون اقرب من المركز فيكون الخيال ايضا اقرب فيكون اصغر فانالو فرضنا فى بعض الاوضاع * د ه * مثل * ا ب على ان تكون زاوية * ج د ه * منفرجة و * ج ه * اعظم من * اب * فاذا رفعت تلك المرآة وجعل مكانها مرآة اخرى نصف قطرها اصغر من ا ب * وجعل مركزها على * ج * وادرك البصر خط * اب * فى المرآة الصغرى وكانتا ثابتتين فى موضعها فان طرفى الخيال يكونان على خطى * اج ب ج * وينفصلان من خط * ا ج * ب ج * مما يلى * ج * خطين كل منهما اصغر من نصف قطر المرآة فيكون النظير * لج ه * اصغر من * اب * فيكون نظير * د ه * اصغر من خط * ا ب * فتبين ان المرآة الكرية المحدبة كلما صغرت صغر خيال المبصر فادركه اصغر مما هو عليه *

الفصل الخامس

(ه) وقد بقى ان يبين ان قطر خيال المبصر يمكن ان يكون مثل قطره او اعظم ولا نعرف احداً من المتقدمين ولا المتأخرين بين هذا المعنى ولا وجدناه فى شيء من الكتب فلتكن مرآة كرية محدبة مركزها * ا وعليها عظيمة * ب ج د ه * قطرها * ه ا د * ونخرجه الى * ر * ونجعل ضرب * ه ر * فى * ر د * ليس باعظم من مربع * د ا *

(اقول) وطريقه ان تزيد نصف * د ا * على * ه د * وليكن * ه ل * وتضيف

اليه

اليه سطحا مثل مربع * ذا * فيكون العرض الحادث اصغر من * ه ل
ثم بعد ذلك فای قدر نقصته من العرض و زدته على الطول كان السطح
الحادث من ذلك اصغر من مربع * د ا * لان ما ينقص من السطح الاول
بسبب ذلك هو سطح القدر الناقص فی طول الاول ومازيد عليه هو سطح
الناقص فى العرض الامربع الناقص فالزائد اصغر بكثير من السطح الناقص
فالسطح الحادث اصغر من مربع * د ا *
(قال) و ننصف * ر د * على * ح * فيكون * ح ا * نصف * ر ه *
(اقول) لان * ح ا * مركب من نصفی قسمی * ه د * د ر *
(قال) فيكون ضرب * اح * في * ح د * ليس باعظم من ربع مربع
د ا * و نجعل ضرب * اح * فی * ح ط * مثل مربع * ح د * ونجعل
ا * مركزا و نبعد * اح * دائرة * ح ك * ونجعل * ح ك * نصف * ح
د * و نصل * ا ك * ط ك * ونجعل زاوية * ح ك ن * مثل * ح ا ك *
فيكون مثلثا * ح ك ن * ح ا ك متشابهين فيكون * ح ك * مثل *
ك ن *
(اقول) لان مثلث * ح ا ك * متساوى الساقين *
(قال) ويكون ضرب * اح * فى * ح ن مثل مربع * ح ك * وضرب
اح * فی * ح ط * اعنی مربع * ح د * اربعة امثال مربع * ح ك *
(اقول) لان * ح ك * نصف * ح د *
(قال) فط ح * اربعة امثال * ح ن * فضرب * ح ط في * ط ن * ثلثة
ارباع مربع * ح ط * وضرب * ح ط في * ط ن * هو زيادة مربع
* ط ك * على مربع * ك ح *

(اقول) وذلك لان مثلث * ط ح ن * متساوى الساقين فزاوية * ح
منه حادة والعمود الواقع على القاعدة ينصفها وليكن على * ل * فمربع *طك
مثل مربعى * ط ل *لك * ومربع * حك* كمربعى * ح ل * لك*واذا
القينا مربع * ل ك * المشترك كان التفاضل بين مربع * ط ل * ح ل
بل مربعى * ط ل * ن ل * كالتفاضل بين مربعى * ط ك * ح ك *
والتفاضل بين مربع * طل * حل * بل مربعي * ط ل * ن ل* كالتفاضل
بين مربعى * ط ك * ح ك * والتفاضل بين مربعى * ط ل * ل ن * هو
بقدر مربع * ط ن * وضربه فى ضعف * ن ل * اعنى فى * ن ح * وهما
معا مثل * ط ن * فى * ط ح *

(قال) ونجعل نسبة * ى ا * الى * ا ح * كنسبة * ط ك * الى * ك ح
فنسبة مربع * ى ا * الى مربع * ا ح * كنسبة مربع * ط ك * الى مربع
ك ح * فنسبة زيادة مربع * ى ا * على مربع * ا ح * كنسبة ضرب
ح ط * في *ط ن * الى مربع* ك ح * ونسبة ضرب * ح ط *في*طن
الى مربع * ك ح كنسبة ثلثة امثال مربع * ح ط * الى مربع * ح د *

(اقول) وذلك لان مربع* ك ح * ربع مربع* ح د * فنسبة قدر واحد
بعينه كمربع * ط ح * الى مربع * ك ح * من نسبة مربع * ط ح * بعينه
الى مربع * ح د * هى اربعة امثال لما تبين فى الاصول فنسبة مربع * ط
ح * الى مربع * ك ح * كنسبة اربعة امثال مربع* ط ح * الى مربع * ح
د * فنسبة ثلثة ارباع مربع * ط ح * اعنى ضرب * ح ط * فى * ط ن*
الى مربع * ك ح * كنسبة ثلثة امثال مربع * ط ح * الى مربع * ح د *

(قال) وليكن * ح ص * ثلثة امثال * ح ط * فضرب * ص ح * ف

ح

ح ا * ثلثة امثال مربع * ح د * ونسبة * ط ح * الى * ح ا * هى كنسبة
مربع * ح ط * الى مربع * ح د * فنسبة * ص ح * الى * ح ا * هى كنسبة
ثلثة امثال مربع * ح ط * الى مربع * ح د * اعنى نسبة زيادة مربع * ط
ك * على مربع * ك ح * بل نسبة زيادة مربع * ى ا * على مربع * ا ح *
الى مربع * ا ح * فنسبة زيادة مربع * ى ا * على مربع * ا ح * الى
مربع * ا ح * كنسبة * ص ح * الى * ح ا * فنسبة مربع * ى ا * الى
مربع * ا ح * كنسبة * ص ا * الى * ا ح * فنسبة * ص ا * الى * ا ى
كنسبة * ى ا * الى * ا ح * و كنسبة * ص ى * الباقى الى * ى ح *
الباقى * فص ى * اعظم من * ى ح * و ايضاً فان ضرب * ا ح * فى ح
د * ليس باعظم من ربع مربع * د ا *

(اقول) لان ضرب ضعف الاول * ه ر * فى ضعف الثانى * ر د * ليس
باعظم من مربع * د ا *

(قال) * فد ح * اصغر من ربع * د ا *

(اقول) لان * د ا * فى ربعه ربع مربعه * فا ح * فى ربع * د ا * اعظم
من ربع مربعه * فد ح * اصغر من الربع *

(قال) فهو اصغر من خمس * ح ا * ونسبة * ط ح * الى * ح د * كنسبة
دح * الى * ح ا * فخط * ط ح * اصغر من * ج * من جزء من خمسة وعشرين
جزءا من خط * ح ا * فط ا * اعظم من اربعة وعشرين جزءا من خمسة
وعشرين جزءاً من * ح ا * ولان نسبة * ص ى * الى * ى ح * كنسبة
ى ا * مع * ا ح * فنسبة * ص ح * الى * ح ى * كنسبة * ط ح * وهو
ثلث * ح ص * الى * ح ى * كنسبة ثلث * ى ا * مع * ا ح * الى * ا ح

و ثلث * ى ا * مع * ا ح * هو ثلثا * ا ح * مع ثلث * ح ى * فنسبة ثلثي * ح ا * مع ثلث * ح ى * الى * ح ا * كنسبة * ط ح * الى * ح ى * فبالعكس نسبة * ى ح * الى * ح ط * كنسبة ح ا * الى ثلثي * ح ا * مع ثلث * ح ى * و ثلث * ح ى * اصغر من سدس * ح ص * لان * ح ى * اصغر من نصف * ح ص *

(اقول) لان * ص ى * اعظم من * ى ح *

(قال) و سدس * ح ص * هو نصف * ط ح * فثلث * ح ى * هو اصغر من نصف * ط ح * و * ط ح * اقل من جزء من خمسة وعشرين جزءاً من خط * ح ا * فنسبة * ى ح * الى * ح ط * كنسبة * ح ا * الى ثلثي * ح ا * مع اقل من نصف جزء من خمسة وعشرين جزأ من * ح ا * وثلثي * ح ا * مع هذا الاقل هو اقل من ثمانية عشر من خمسة وعشرين من * ح ا *

(اقول) فنسبة * ى ح * الى * ح ط * كنسبة خمسة و عشرين الى ماهو اقل من ثمانية عشر واعظم من سبعة عشر *

(قال) و * ى ح * اصغر من نصف * ح ص * اعني ثلثة امثال * ح ط * فهو اصغر من مثل و نصف * ح ط * فخط * ى ا * اصغر من ستة وعشرين جزءاً و نصف بالمقدار الذى به * ا ح * خمسة وعشرون جزأ فنسبة * ى ا * الى * ا ط * اصغر من نسبة ستة وعشرين و نصف الى اربعة وعشرين *

(اقول) لان * ا ط * اعظم من اربعة وعشرين جزأ *

(قال) فنسبة * ى ح * الى * ح ط * اعظم من نسبة * ى ا * الى * ط ا * فنجعل نسبة * ى م * الى * م ط * كنسبة * ى ا * الى * ا ط فنقطة * م * فيما بين نقطتي * ى ح * ولان نسبة * ى م * الى * م ح * اعظم من نسبة

ى م * الى * م ط * تكون نسبة * ى م * الى * م ح * اعظم من نسبة
ى ا * الى * ا ط * و نسبة * ى ا * الى * ا ط * اعظم من نسبة * ى ا *
الى * ا ح * فنسبة * ى م * الى * م ح * اعظم بكثير من نسبة * ى ا * الى
ا ح * فنجعل نسبة * ى ل * الى * ل ح * كنسبة * ى ا * الى * ا ح *
كنسبة * ى ا * الى * ا ح * فنقطة * ل * فيما بين نقطتى * ى م * ونخرج
من نقطتى * ل م * خطين يماسان الدائرة وليكونا * ل ب * م ح * ونصل
ى ب * ح ب * ى ج * ط ج * ا ب * ع ا * ج ح * فزاوية * ى ب غ
مثل * ح ب ا * كما تبين فى الشكل الخامس من اشكال الخيال *
(اقول) لان نسبة * ى ل * الى * ل ح * كنسبة * ى ا * الى * ا ح *
(قال) وزاوية * ى ب ل * مثل زاوية * ل ب ح * و كذا زاوية * ى
ج ح * كزاوية * ط ح ا *
(اقول) لان نسبة * ى م * الى * م ط * كنسبة * ى ا * الى * ا ط *
(قال) وزاوية * ى ج م * كزاوية * م ج ط * ونخرج * ح ش * موازيا
لخط * ى ب * و ط ر * موازيا لخط * ى ج * فزاوية * ح ش ب * مثل
ح ب ش * فح ب * مثل * ح ش * و كذلك * ط ح * مثل * ط ر
و ا ح * اعظم من * ح ش * لان زاوية * ح ش ا * منفرجة * فا ح
اعظم من * ح ب * وكذلك * ا ط * اعظم من * ط ج * ولتوازى * ح ش
ى ب * تكون نسبة * ى ا * الى * ا ح * كنسبة * ب ا * الى * ا ش
و كذا نسبة * ى ا * الى * ا ط * كنسبة * ج ا * الى * ا ر * فنسبة * ح ا
الى * ا ى * كنسبة * ش ا * الى * اب * ونسبة * ى ا * الى * ا ط *
كنسبة * ح ا * الى * ا ر * التى هى كنسبة * ا ب * الى * ا ر * فبالمساواة نسبة

* حا * الى * اط * كنسبة * ش ا * الى * ار * و ايضا فان زيادة
مربع * اح * على مربع * حب * هو ضرب * ب ا * فى * اش * لان
مثلث * ب ح ش * متساوى الساقين وكذلك زيادة مربع * اط * على مربع
ط ج * هو ضرب * ج ا * فى * ار * و * ب ا * مثل * ج ا * فنسبة زيادة
مربع * اح * على مربع * ح ب * الى زيادة مربع * اط * على مربع * ط ج *
هى نسبة * ش ا * الى * ار * اعنى * ح ا * الى * اط * ونجعل ضرب * اح
فى * ح و * مثل مربع * ح ب * فضرب * ح ا * فى * اج * مع زيادة مربع
اح * على مربع * ج ب * ونسبة * ح ا * الى * اط * هى نسبة ضرب
ح ا * فى * او * الى ضرب * ط ا * فى * او * فنسبة زيادة مربع * اح
على مربع * ح ب * الى زيادة مربع * اط * على مربع * ج ط * هى نسبة
ضرب * ح ا فى * او * الى ضرب * اط * فى * او * وضرب * ح ا * فى
او * هو زيادة مربع * اح * على مربع * ح ب * فضرب * ط ا * فى
او * هو زيادة مربع * اط * على مربع * طج * فضرب * ط ا * فى * ط و * هو
مربع * ط ج * وايضا فانا ننصف قوس * ب ج * على نقطة * ع * ونصل
اع * ب ج * ونخرج من نقطة * ب * ع * ج * اعمدة * ب ف * ع س
ج ق * على * زا * ونخرج * ج ش * موازيا * لدا * ونخرج * ب ت *
عمودا على * اج * فخط * ب ت * اذا اخرج على استقامة فصل من
الدائرة مما يلى * ج * قوسا كقوس * ج ب * فتكون زاوية * ح ب ت
نصف * ب ا ج * لان الاولى على المحيط والاخرى على المركز *
(اقول) وذلك لان القوس التى توتر * ج ب ت * على المحيط كالتى توتر
ب ا ج * على المركز *

(قال)

(قال) فزاوية * ج ب ت * مثل * ع اج * ولان كلا من زاويتى * ب
ش ج * ب ت ج * قائمة و * ب ج يوترهما فالدائرة المرسومة على قطر
ب ج * تمر بنقطتى * ش ت * فزاوية * ت ب ش * مثل * ش ج ت *
وزاوية * ش ج ت * مثل * ج اد * لتوازى * ج ش * د ا * فجميع زاوية
ج ب ش * مثل جميع * ع اض * وقائمة * ب ش ج * مثل * ع ض ا *
فمثلث * ب ج ش * شبيه بمثلث * ع اض * فنسبة * ب ج * الى * ج
ش * كنسبة * اع * الى * ع ض * وايضا فان زاوية * اح ب * حادة
لكون * ب ف ح * قائمة فربما * اح * ح ب * معا يساويان مربع * ا
ب * اى * اد * وضرب * اح * فى ضعف * ح ف * اعنى وضرب
اح * فى ضعف * ح د * وضعف * د ف * لكن ضرب * اح * فى ضعف
ح د * وضعف * د ف * لكن ضرب * اح * فى ضعف ح د * مع مربع
اد * معه مربع * اح * مع مربع * ح د * فربما * اح * ح ب * معا
يساويان مربعى * اح * ح د * وضرب * اح * فى ضعف * د ف *
فيسقط مربع * اح * المشترك فيبقى مربع * ح ب * مساويا لمربع * ح
د * وضرب * اح * فى ضعف * د ف * لكن مربع * ح ب * يساوى
ضرب * اح * فى * ح و * فاح فى * ح و * مثل مربع * ح د *
وضرب * اح فى ضعف * د ف * ومربع * ح د * مثل * اح * فى
ح ط * فيبقى ضرب * اح * فى * ط ف * مثل * اح * فى * د ف *
مرتين * فط و * ضعف * د ف * وايضا فان زاوية * ا ط ج * من
مثلث * ا ط ج * حادة فربعا * ا ط * ط ج * مثل مربع * ا ج * مع
ضرب * ا ط * فى ضعف * ط ق * فتبين كما مران مربع * ط ج * مثل

مربع * ط د * مع ضرب * ا ط * في ضعف * د ق * فضرب * ا ط * في * ط ق * مثل مربع * ط د * مع ضرب * ا ط * في ضعف * د ق * ونجعل ضرب * ا ط * في * ط لا * مثل مربع * ط د * فيبقى * ط لا * مثل مربع * ط د * فيبقى ضرب * ا ط * في * لا د * مثل ضرب * ا ط * في ضعف * د ق * فخط * لا و * ضعف * د ف * وكان * ط و * ضعف * د ف * فيبقى * ط لا * ضعف * ق ف * فق ف * نصف * لا ط * وايضا فان نسبة * ا ح * الى * ح ط * كنسبة * ا ح * الى * ح د * مثناة ونسبة ا ط * الى * ط ل * كنسبة * ا ط * الى * ط د * مثناة والثانية اعظم من الاولى *

(اقول) وذلك لانها لو كانت مثل الاولى لكان فضل * ا ط * على * ط د * اصغر من فضل * ا ح * على * ح د * وكذا لو كانت اصغر بطريق الاولى والفضل كالفضل فهى اعظم *

(قال) فنسبة * ا ط * الى * ط لا * اعظم من نسبة * ا ح * الى * ح ط * و * ا ط * اصغر من * ا ح * فط لا * اصغر من * ح ط * فف ق * اصغر من نصف * ح ط * و * ف ق * مثل * ج ش * لان سطح * ج ف * متوازى الاضلاع وكان نسبة * ب ج * الى * ج ش * كنسبة * ا ع * الى * ع ض * فنسبة * ب ج * الى * ق ف * كنسبة * ب ا * اعنى ع ا * الى * ع ص * وبالابدال نسبة * ج ب * الى * ب ا * كنسبة * ق ف * الى * ض ع * وايضا قد بان ان * ح ى (١) * اصغر من مثل ونصف ح ط * وان * ح ط * * اقل من خمس * ح د * فح ى * اصغر من * ح د * اعنى * ح ر * فخط * ى د * اصغر من * ر د * فم د * اصغر بكثير من * ر د *

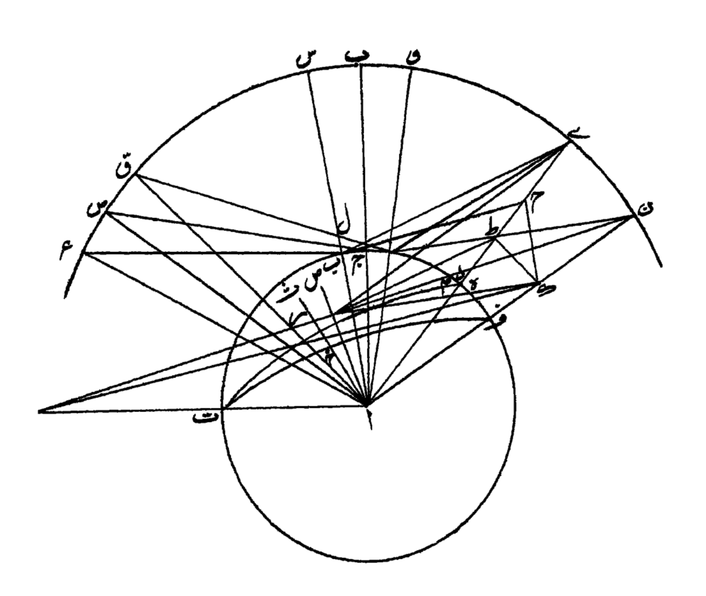
(١) ن – ج ى

وكان

وكان ضرب * ه ر * فى * رد * ليس باعظم من مربع * د ا * فضرب * ه م * فى * م د * اصغر من مربع * د ا * فربع * م ح * اصغر من مربع * ج ا *
(اقول) وذلك ان * م ج * اذا كان مماسا فربعه مثل ضرب * ه م * فى م د * الاصغر من مربع * د ا * بل * ج ا * وان لم يكن مماسا وقد لاقى الدائرة فهو اصغر من المماس فربعه اصغر بكثير من مربع * ج ا *
(قال) فم ج * اصغر من * ج ا و * مثلث * م ج ق * شبيه بمثلث م ج ا * وزاوية * م ج ق * مساوية لزاوية * ج ا م * فنسبة * م ق * الى * ق ج * كنسبة * م ج * الى * ج د * و م ج * اصغر من * ج ا * فم ق * اصغر من * ق ج * فح د * اصغر بكثير من * ق ج * و ق ج * اصغر من * ض ع * فح د * اصغر بكثير من * ص ع * وايضا فان نسبة ا ح * الى * ح د * اصغر بكثير من * ق ج * و * ق ج * اصغر من ض ع * فح د * اصغر بكثير من * ص ع * وايضا فان نسبة * ا ح * الى ح د * كنسبة * د ح * الى * ح ط * لان ضرب * ا ح * فى * ح ط * مثل مربع * ح د * و ك ح * نصف * ح د * فنسبة * ك ح * الى نصف ح ط * كنسبة * ا ح * الى * ح د * وبالابدال فنسبة * ك ح * الى * ح ا * كنسبة نصف * ح ط * الى * ح د * وقد تبين ان * ح د * اصغر من ض ع * وان * ف ق * اصغر من نصف * ح ط * فنسبة نصف * ح ط * الى * ح د * اعظم من نسبة * ق ف * الى * ض ع * ونسبة نصف ح ط * الى * ح د * كنسبة * ك ح الى * ح ا * فنسبة * ك ح * الى ح ا * اعظم من نسبة * ق ف * الى * ض ع * التى كانت كنسبة * ج ب * الى * ب ا * وخط * ا ك * يقطع دائرة * ب ح د * فليكن على * ث *

و نصل * د ث * فيكون موازيا * لك ح * لتساوى * اح * اك *
واد * اث * فنسبة * ك ح * الى * ح ا * كنسبة * ث د * الى * د ا *
ونسبة * ك ح * الى * ح ا * كانت اعظم من نسبة * ج ب * الى * ب ا *
فنسبة * ث د * الى * د ا * اعظم من نسبة * ح ب * الى ب ا * و د ا *
مثل * ب ا * فد ث * اعظم من ج ب * فقوس * د ث * اعظم من قوس
ج ب * و يخرج * اك * و يجعل منه * ان * مثل * اى * و نصل *
ى ن * فيكون موازيا * لح ك * فنسبة * ى ن * الى * ح ك * كنسبة
ى ا * الى * اح * التى فرضت كنسبة * ط ك * الى ك ح * فنسبة *
ى ن * الى ك ح * كنسبة * ط ح * الى * ك ح * فى * ن * مساو
لط ك * و اذ قد تبين جميع ذلك فانا نعيد من الصورة بعضها لئلا يكثر
الخطوط فتشتبه وذلك دائرة * ب ج د * وخطوط * اى * ان * اب *
اح * ى ب * ح ر * ي ج * ط ج * ح ط * ط ك * ى ن * و يجعل
حرف * ف * بدل * ث * ويجعل * ث * مركز اويبعد * ان * دائرة
فهى تمر نقطة * ي * ويخرج * اب * اج حتى يلقيا محيطها على * ش ر *
فزاوية * ى ب ش * مثل * ح ب ا * و زاوية * ى ج ر * مثل
ط ج ا * كما مر وقد تبين ان * ى ن * مثل * ط ك * وان قوس * د ف *
اعظم من قوس * ج ب * فيجعل قوس * ب م * مثل قوس * د ف *
ونصل * ام * ونخرجه الى * و * ونصل * ى م * ك م * ن م * فلان
قوس * م ب * مثل * د ف * و * د م * مشتركة فقوس * ف م * مثل
د ب * ﴿الشكل - ٩٥﴾ فزاوية * ف ا م * مثل * د ا ب *
و خط * ن ا * مثل * ى ا * فن م * مثل * ى ب * و ك م * مثل
ح ب

الشكل ٩٥



ح ب * فزاوية * ن م و * مثل * ك م ا * ونخرج * ك م * حتى يلقى دائرة
ر س * على * ص بجميع خط * ص م * خارج عن دائرة * م ج ب *
لان * ك م * يقطع قوس * م ف * لان الخط المماس الخارج من نقطة
م * يقطع خط * ن ك * لان المماس الذى يخرج من نقطة * ب * يقطع
ى ح * كما هو بين فى الصورة الاولى * فم ك * يقطع قوس * م ف *
بجميع * م ص * خارج عن دائرة * م ج ب * فنقطة * ج * تحت * م ص
ونصل * ا ص * فلان زاوية * ن م و * مثل * ك م ا * اعنى * ص م و *
لخطا * ص م * م ن * متعاكسان وقوس * ن و * مثل * و ص * فزاوية
ن ا م * اعنى * ى ا ب * مثل * ص ا م * وزاوية * ب ا ج * اماان تكون
مثل * ج ا م * او اعظم او اصغر فان كانت مثلها فتبقى زاوية * ى ا ج * مثل
ص ا ج * ونصل * ج ص * فيكون مثل * ى ج * وزاوية * ى ج ر * مثل
ص ج ر * لخطا * ص ج * ج ى * متعاكسان ولان زاوية * ى ج ر * اعنى
ص ح ر * مثل * ط ج ا * فزاوية * ص ج ر * مثل * ط ج ا * فخط
ص ج ط * متصل على استقامة فاذا كان البصر عند نقطة * ص * فان صورة
نقطة * ى * تنعكس اليه من نقطة * ج * وصورة * ن * من نقطة * م *
وتكون * ط * خيال * ى * و ك * خيال * ن * وقد تبين ان * ط ك * مثل
* ى ن * وان كانت زاوية * ب ا ج * اعظم فزاوية * ى ا ج * الباقية اصغر
من ص ا ج * الباقية فنجعل زاوية * ق ا ج * مثل زاوية * ى ا ج * ونصل
ج ق * فيكون مثل * ج ى * وتكون زاوية * ق ج ر * مثل * ى ج ر *
ويكون خطا * ق ج * ج ى * متعاكسين ويكون * ق ج * متصلا * بج ط *
على استقامة ولان نقطة * ق * فوق خط * م ص * و نقطة * ج * تحته

فج ق * يقطع * م ص * وليكن على * ل * فاذا كان البصر على نقطة * ل *
فان صورة * ى * تنعكس اليه من * ج * وصورة * ن * من * م * ويكون
ط * خيال * ى * و ك * خيال * ن * و * ط ك * قطر خيال * ى ن *
وان كانت زاوية * ب ا ج * اصغر فزاوية * ى ا ج * الباقيـة اعظم من
ص ا ج * الباقية فنجعل زاوية * ج ا ع * مثل * ى ا ح * ونصل * ج ع *
فيكون مثل * ج ى * ويكون زاوية * ى ج ر * مثل * ع ج ر * وخطا
ع ج * ج ى * متماكسين وخطا * ع ج * ج ط * متصلين على استقامة
فخطا * ك م ص * ط ج ع * اما ان يلتقيا في جهة * ع ص * اذا اخرجا
اولا وعلى الاول فان البصر اذا كان على نقطة الالتقاء فان صورة * ى *
تنعكس اليه من * ج * وصورة * ن * من * م * ويكون * ط ك * خيال
ى ن * و على الثاني فلا بد ان توجد نقطة خارجة عن السطح الذى
فيه دائرة * ب ج ك * اذا كان البصر عندها ادرك نقطتى * ى ن *
من نقطتين خيالاهما * ط ك * وذلك ان زاوية * ب ا ج * اصغر من
نصف زاوية * ب ام * لان زاوية * ب ا ج * اصغر من * ج ا م * فزاوية
ب ا ج * اصغر من نصف زاوية * ن ا ى * فزاوية * ى ا ب * تزيد
على * ى ا ج * باقل من نصف * ن ا ى * فزاوية * ن ا ص * وهى
ضعف * ن ا م * اى * ى ا ب * تزيد على زاوية * ى ا ع * وهى ضعف
ى ا ج * باقل من * ن ا ى * فزاويتا * ع ا ى * ى ا ن * مما اعنى
ع ان * اعظم من زاوية * ص ان * وزاوية * ص ا ن وهى اعظم من
ع ا ى * مع زاوية * ن ا ى * اعظم من زاوية * ع ا ى * وزاويتا
ص ا ن * ع ا ى * مما اعظم بكثير من * ى ا ن * فزوايا * ن ا ص *

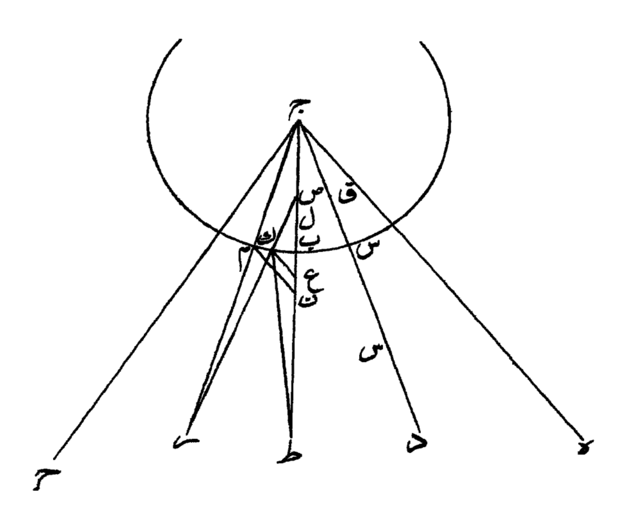
ى ا ع * ن ا ى * الثلث كل ثنتين منها اعظم من الثلثة وخطوط * ان *
ا ى * ا ص * ا ع * المحيطة بهذه الزوايا متساوية فيمكن لان تعمل من
او تار هذه الزوايا الثلث مثلثاومن الزوايازاوية مجسمة فلتكن المجسمة هى
التى تحيط بهازوايا * ى ا ش * ن ا ش * ن ا ى * ولتكن زاوية * ى ا ش *
مثل * ى ا ع * و * ن ا ش * مثل * ن اص * و ن اى * مشتركة و * اش *
مثل واحد من * ان * اى * اص * اع * ونصل * ط ش * ك ش *
فيكون * ط ش * مثل * ط ع * و * ك ش * مثل * ك ص * وزاوية * ش
ط ا * مثل * ع ط ا * وزاوية * ش ك ا * مثل * ص ك ا * وننصف زاوية
ى اش * بخط * ار * وزاوية * ن اش * بخط * اخ * فزاوية * ط ار *
مثل * ط اج * وزاوية * رط ا * مثل * ج ط ا * وط ا * مشترك للمثلثين
فط ر * مثل * طج * و * ار * مثل * اج * الذى هونصف قطر المرآة
فنقطة * ر * على سطح المرآة وكذلك نبين * ان * ك خ * مثل * ك م *
و * اخ * مثل * ام * فنقطة * خ * على سطح المرآة وخط * اش *
المساوى * لان * اعظم من نصف قطر المرآة فليقطع سطح المرآة
على نقطة * ت * فنقط * درت * على سطح المرآة فى سطح مثلث * ط
اش * فهى على محيط دائرة مثل دائرة * ب ج د * فلنرسمها وهى دائرة
درت * ونصل * ى ر * فيكون مثل * ى ج * و * طر * مثل * ط
ج * فيبقى * رش * مثل * ج ع * ونخرج * ار * الى * ث * فتكون
زاويتا * ى ر ث * ش ر ث * المساويتان لزاويتى * ى ج ر * ع ج ر
المتساويتين متساويتين فخطا * ش د * ر ى * متعاكسان وكذلك
تبين ان نقطة * ف خ ت * على محيط دائرة مثل * ب ج د * ولتكن

ف خ ت * ونصل * ن خ * ونخرج * ا خ * الى * ص * فيتبين كما مر ان
زاويتى * ن خ ض * ش خ ض * متساويتان وان خطى * ش خ * خ ن *
متعاكسان ﴿ الشكل - ٩٦ ﴾ فاذا كان البصر عند * ش * فان صورة
ى * تنعكس اليه من * ر * وخيالها * ط * وصورة * ن * من * خ * وخيلها
ك * و * ط ك * خيل * ى ن * فعلى جميع الاوضاع خيال * ى ن * مثله
وايضا فانه اذا اخرج من * ى * عمود على * ن ا * فانه يكون مما يلى * ا * لان
زاوية * ى ن ا * حادة ويكون اصغر من * ى ف * ويكون خيال نقطة
المسقط وخيال كل نقطة فيما بينهما وبين * ن * على * ك ن * وابعد عن
مركز المرآة من * ك * كما تبين فى آخر * ى * من فصل الخيال *
(اقول) وذلك مقصد * لح *
(قال) وكل نقطة على * ك ن * اذا وصل بينها وبين * ط * كان الواصل
اعظم من * ط ك * لان زاوية * ط ك ن * منفرجة لان * ح ك ن
منفرجة والواصل بين خيال مسقط العمود ونقطة * ط * وقطر خيال العمود
وهو اعظم من * ك ط * والعمود اصغر من * ى ف * المساوى * لط ك
فقطر خيال العمود اعظم من العمود وكذلك كل خط يقع بين العمود وبين
ى ف * يكون قطر خياله اعظم منه *

﴿ ضابط ﴾

(فنقول) فى تحديد ما ذكرنا ان خط * ك م * قد تبين انه يقطع قوس
م ف * فليكن على * ه * فاذا كان البصر حيث * ص * فان الخط الخارج
من البصر المماس للدائرة انما يماسها على منتصف * م ه * وهذا الخط هو
الذي يحد الخيالات مما يلى خارج الدائرة ويفصل ما بين النقطة المبصرة
من

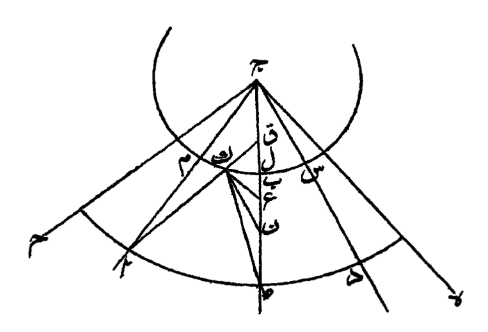
٢الشكل٢م٦٩



الشكل ٩٦ ب

كذا الشكل فى نسخة ليدن

وليس بصحيح ولكن صححت شكل الاصل ليوافق عبارة الاصل ـ ك



من خط * ان * وما يتصل به وبين خيالاتها كما تبين فى الشكل التاسع من فصل الخيال فكل خط يخرج من * ص * ويقطع قوس * م ه * وينتهى الى * لـ ن * فان نقطة المنتهى خيال لنقطة من * ا ن * هى اقرب الى الخط المماس من * ن * كما تبين فى ذلك الشكل ونقطة * ن * مبصرة فهى ارفع عن الخط المماس فبين الخط المماس ونقطة * ن * على تصاريف الاحوال نقط اخر مبصرة خيالاتها على * ان * وارفع من * لـ * فان كانت نقطة مسقط العمود الخارج من * ى * على * ا ن * ارفع من الخط المماس فنقطة المسقط وكل نقطة بينها وبين * ن * تكون مبصرة وان كانت نقطة المسقط تحت المماس او على طرفه فبين المماس وبين * ن * نقط مبصرة كثيرة فيما بين المسقط وبين * ن * وخيالاتها على * ا ن * وارفع من * لـ * واذا اخرج من كل من النقط خط الى * ى * كان اصغر من ى ن * واذا اخرج من خيالها خط الى * ط * كان اعظم من * ط لـ * فاذا كان البصر حيث نقطة * ص * وكان يدرك * ن * فى مرآة ب ج د * فقد يمكن ان يدرك فى تلك الحال مبصرات كثيرة يكون قطر خيال كل منها اعظم من قطره وكذا اذا كان البصر حيث * ل * او على خط ا ع * خارجا عن الدائرة لانه فى جميع هذه الاوضاع يكون على خط م لـ * وكذلك ان كان البصر حيث نقطة خارجة عن سطح الدائرة اذا كان * ن * يدركه بالانعكاس وكان خيالها * لـ * وكان خارجا عن سطح دائرة * ب ج د * فان الخط الخارج من مركز البصر الى * لـ * يقطع الدائرة التى فى سطح المرآة المار سطحها بنقطتى * لـ ر * وبمركز البصر ويلزم ذلك كما لزم فى خط * م لـ * فقد تبين ان البصر يمكن ان يدرك

فى المرآة الكرية المحدبة مبصرات تكون اقطار خيالاتها مثل اقطارها او اعظم و ذلك ماارد ناه *

(حكم اجمالى) فاما اشكال خيالات الخطوط المترضة اى التى لاتكون على سمت قطر المرآة فمختلفة فخيالات الخطوط المستقيمة تكون فى الاكثر محدبة وتحديبها الى مايلى سطح المرآة وكذا خيالات المستديرة اذا كانت تقعيراتها تلى سطح المرآة واذا اعتبر خيال الجسم المستدق المقوس فيها ظهر ذلك ولنبين لتبيين ذلك مقدمات *

(الاولى) كل نقطتين يكون بعدا هما عن مركز هذه المرآة متساويين وعن مركز البصر مختلفين فان خيال التى هى ابعد عن البصر ابعد عن مركز المرآة من خيال الاقرب من البصر وطرف المماس من خط خيال الابعد ابعد عن مركز المرآة من طرف المماس من خط خيال الاقرب كان البصر فى سطح خطى الخيالين اولا *

(اقول) ويعنى بالبعد عن البصر الزاوية التى تحدث عند مركز المرآة من قطرين يمر احدهما بمركز البصر و الآخر بالنقطة *

(قال) فلتكن المرآة التى عليها * ا ب * ومركزها * ج * ونقطتا * د ط * المبصرتين المتساويتى البعد عن مركز المرآة ونصل * ج د * ج ط * فهما متساويان وليكن مركز البصر * ه * و نصل * ه ج * و لتكن زاوية * ه ج ط * اعظم من * ه ج د * و ليدرك بصر * ه * نقطتى د ط * فى المرآة *

(فاقول) ان خيال * ط * ابعد عن مركز المرآة من خيال * د * و نهاية المماس من خط * ج ط * ابعد عن مركز المرآة من نهاية المماس التى على د ج * وذلك انانستخرج الفصل بين سطح المرآة وسطح قطرى * ط ج *

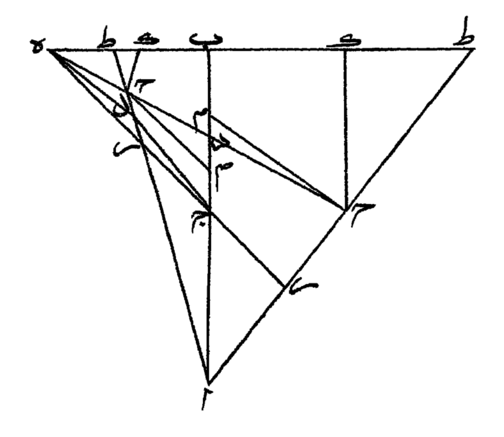
د

د ج * ولتكن دائرة * ا ب * على قطر * ط ج * ونخرج فى سطح الفصل
خطى * ج ح * ج ر * على ان يكون زاوية * ط ج ح * مثل * ط ج ه *
وزاوية * ط ج ز * مثل * د ج ه * ونجعل كلا من * ج ح * ج ر * مثل
ج ه * ولتكن نقطة * ك * هى التى منها تنعكس صورة * ط * الى * ز * ونصل
ط ك * ك ز * فتكون النقطة التى تنعكس منها صورة * ط * الى * ح *
ابعد عن خط * ج ط * من * ك * لان الخط الخارج من * ح * الى * ك
لا ينعكس الى * ط * ولا الخارج من * ح * الى نقطة فيما بين نقطتى * ك
ب * لان * ج ح * ج ر * متساويان فالدائرة التى تدار على مركز * ج *
و تبعد * ح * تمر بنقطة * ر * فيكون * ر ك * فى داخل تلك الدائرة وكل
خط يخرج من نقطة * ح * الى نقطة من قوس * ك ب * فانه يقطع * ر
ك * لكونه فى داخل تلك الدائرة ويحيط مع القطر الخارج من * ج * الى
نقطة الملتقى من قوس * ك ب * بزاوية منفرجة اذا كانت تلك النقطة نقطة
الانعكاس واذا خرج من * ح * خط الى قوس * ك ب * وقطع * ر ك *
ثم انعكس الى * ط * فتكون نقطة التقاطع قد انعكست صورتها الى * ط *
من نقطتين احداهما * ك * والاخرى نقطة انعكاس * ح الى * ط * من
قوس * ك ب * وذلك محل فتكون نقطة انعكاس * ح * من وراء * ك *
وليكن * م * و نخرج * م ن * مماساً للدائرة فهو يلقى * ج ط * لان
الخط الخارج من * ج الى * م * يحيط مع * م ن * بقائمة ومع * ج ط *
بحادة لان قوس * م ب * اقل من الربع لان جميع قوس انعكاس * ح *
من دائرة * ا ب * اقل من النصف * فم ن * يلقى * ج ط * وليكن على
ن * فن * فيما بين * ط ب * لان خط الانعكاس الخارج من * م * الى

ط * يحيط مع القطر الخارج من * م * بزاوية منفرجة مما يلي المركز
ونخرج من * ك * خطا مما سا ايضا فيقطع * ب ط * فيما بين نقطتي
ب ن * لانه يقطع المماس الخارج من * م * في جهة * ك * فليقطع * ب ط *
على * ع * ونخرج * ر ك * الى * ص * فص * خيال * ط * بالقياس
الى * ر * فنسبة * ج ط * الى * ط ع * كنسبة * ج ص * الى * ص ع *
(اقول) وذلك لان نسبة ج ط * الى * ج ص * كنسبة * ط ع * الى * ع
ص * كما تبين في شكل (٥) من فصل الخيال وهو المقصد الثاني فبالابدال
ج ط * الى * ط ع * مثل * ج ص * الى * ص ع *
(قال) ونسبة * ج ط * الى * ط ن * اعظم من نسبة * ج ط * الى * ط
ع * فهي اعظم من * ج ص * الى * ص ع * فهي اعظم بكثير من * ح
ص * الى * ض ن * فالنقطة التي تقسم * ج ن * بحيث تكون نسبة القسمين
نسبة * ج ط * الى * ط ن * تكون فيما بين * ص ن * وليكن * ل * فل *
خيال * ط * بالقياس الى * ح * و نفصل * ج ف * من * ج د * مثل
ج ص * و * ج س * مثل * ج ع * فلان زاوية * ه ج د * مثل * ر ج
ط * ﴿الشكل - ٩٧﴾ و * ج د * مثل * ج ط * و * ج ه *
مثل * ج ر * و فصول الانعكاس جميعها متساوية لانها دوائر عظام فبعد
خيال * د * عن مركز * ج * بالقياس الى * ه * كما هو بالقياس الى * ر *
فنقطة * ف * خيال * د * بالقياس الى بصر * ه * ونسبة * ج د * الى
د س * كنسبة * ج ف * الى * ف س * فس * طرف المماس و كذلك
يكون * ل * خيال * ط * عند بصر * ه * و يكون * ن * نهاية المماس
و * ل * ابعد عن مركز * ج * من * ف * و * ن * ابعد عنه من * س *

وذلك

الشكل ٩٧



وذلك ما اردناه *

(الثانية) كل خط مستقيم يقسم بثلثة اقسام حتى تكون نسبة القسم الاول الى الثانى كنسبة جميع الخط الى الثالث ونخرج من نقطتى القسمة ونهاية الخط ثلثة خطوط تلتقى على نقطة واحدة فان كل خط يخرج من طرف الخط المقسوم ويقطع الخطوط الثلثة فانه ايضا ينقسم ثلثة اقسام تكون نسبة القسم الاول منها الى الثانى كنسبة جميعه الى الثالث فليكن خط * ا ب * مقسوما بثلثة اقسام على * ج د * ولتكن نسبة * ا ج * الى * ج د * كنسبة ا ب * الى * ب د * ولنخرج من نقط * ج د ب * ثلثة خطوط تلتقى عند نقطة ولتكن * ه * ونخرج * ا ر * ح ط * كيف اتفق اماما يلى * ه * او من وراء * ا ب *

(فاقول) ان نسبة * ا ر * الى * ر ح * كنسبة * ا ط * الى * ط ح * وذلك لانا نخرج * ح ك * موازيا * لاب * فنسبة * ا ب * الى * ب د * مؤلفة من نسبة * ا ب * الى * ح ك * و * ح ك * الى * ب د * ونسبة ا ب * الى * ح ك * كنسبة * ا ط * الى * ط ح * ونسبة * ح ك * الى ب د * كنسبة * ح ه * الى * ه د * فنسبة * ا ب * الى * ب د * اعنى نسبة * ا ج * الى * ج د * مؤلفة من نسبة * ا ط * الى * ط ح * ونسبة ح ه * الى * ه د * ونخرج من * ح * ح م * موازيا * له ج * فتكون نسبة * ا ج * الى * ج د * مؤلفة من نسبة * ا ج * الى * ج م * ونسبة * ج م * الى * ج د * ونسبة * ا ج * الى * ج م * كنسبة * ا ز * الى * ز ح * ونسبة * م ج * الى * ج د * كنسبة * ح ه * الى * ه د * فنسبة * ا ج * الى * ج د * مؤلفة من نسبة * ا ز * الى * ز ح * ونسبة

ح ه * الى * ه د * و قد كانت مؤلفة من نسبة * ا ط * الى * ط ح * و نسبة * ح ه * الى * ه د * فنسبة * ا ر * الى * ر ح * كنسبة * ا ط * الى * ط ح * وذلك ما اردناه *

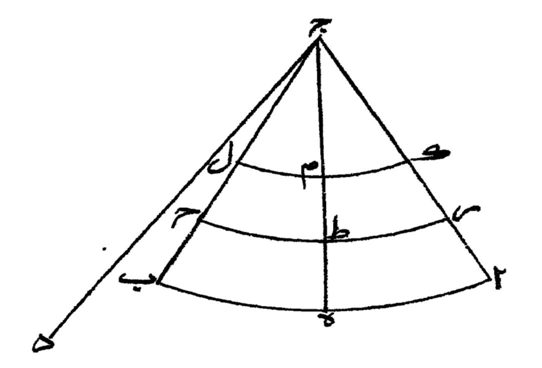
(الثالثة) وبالعكس من ذلك اذا كان خطان مستقيمان متلاقيان على نقطة و كان كل منهما مقسوما ثلثة اقسام كما ذكر ولم تكن الخطوط الواصلة بين نقطة القسمة متوازية فان الخطوط الثلثة الواصلة بين نقطة القسمة اذا اخرجت على استقامة التقت على نقطة واحدة فليكن المثال خطى * ا ب * ا ط * ولتكن نسبة * اج * الى * ج د * كنسبة * ا ب * الى * ب د * ونسبة ا ر * الى * ر ح * كنسبة * ا ط * الى * ط ح * ونصل بين نقطة القسمة بخطوط * ب ط * د ح * ج ر * ولا يكون * ب ط * موازيا * لد ح *

﴿ الشكل - ٩٨ ﴾

(فاقول) ان خطوط * ب ط * د ح * ج ر * تلتقي على نقطة واحدة وذلك لان خطى * ب ط * د ح * متلاقيان فليكن على * ه * فج ر * ان لم ينته الى * ه * فاذا وصل من نقطتى * ه ج * كان الواصل وهو ج ه * يقطع * اح * على نقطة غير * ر * وليكن على * ل * فتكون نسبة ا ط * الى * ط ح * كنسبة * ا ل * الى * ل ح * لما تبين وكانت كنسبة ا ر * الى * ر ح * فنسبة * ا ل * الى * ل ح * كنسبة * ا ر * الى * ر ح و ذلك محال وكذا لو فرض المتلاقيان خطى * ب ط * ج ر * او * د ح ج ر * وذلك ما اردناه *

(الرابعة) و ايضا فانه اذا كان خطان من خطوط * ب ط * د ح * ج ر * متوازيين فان الثالث موازلهما و يكون كل خط يخرج من * ا * و يقطع

الشكل ٩٨



الخطوط الثلثة فانه ينقسم ثلثة اقسام كذلك وذلك لان * د ح * ان كان يوازى * ب ط * فنسبة * ا ب * الى * ب د * كنسبة * ا ط * الى * ط ح ونسبة * ا ب * الى * ب د * كنسبة * ا ج * الى * ج د * ونسبة * ا ط الى * ط ح * كنسبة * ا ر * الى * ر ح * فنسبة * ا ج * الى * ج د * كنسبة ا ر * الى * ر ح * فيكون * ج ر * موازيا لخطى * د ح * ب ط * وكذلك لو كان خطان آخر ان من الثلثة متوازيين فان الثالث يوازيهما واذا كانت الثلثة متوازية فان نسبة اقسام * ا ب * بعضها الى بعض كنسبة اقسام * ا ط بعضها الى بعض وكنسبة اقسام كل خط يخرج من * ا * ويقطع الثلثة من اية جهة خرج وذلك ما اردناه *

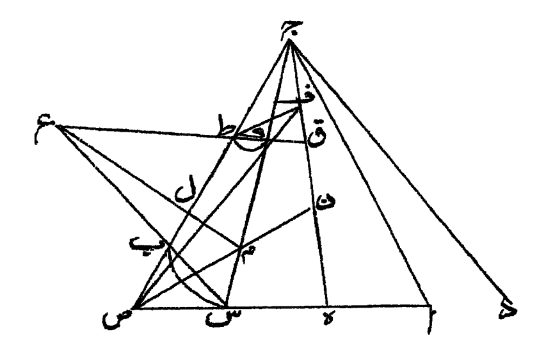
(و) واذ قد تبين ذلك فلتكن قوس من دائرة عليها * ا ب * ومركزها ج * ولتكن مرآة مركزها * ج * ايضا وليكن مركز البصر * د * وخارجا عن سطح دائرة * ا ب * وليدرك بصر * د * قوس * ا ب * فى مرآة * ج *

(فاقول) ان خيال قوس * ا ب * هو خط محدب تحديبه يلى سطح المرآة وذلك لانا نفرض على قوس * ا ب * نقطة * ه * كيف اتفق وليكن الفصل بين سطح المرآة ودائرة * ا ه ب * دائرة * ر ط ح * ونخرج خط ج ط ه * فخطوط خيال * ا ب * ب ه * اذا هى * ج ا * ج ب * ج ه * ولتكن الخيالات * ك ل م * ونصل * د ج * فاما ان يكون عمودا على سطح ا ج ب * اولا فان كان عمودا فانه يحيط مع كل خط يخرج من * ج * فى سطح * ا ج ب * بقائمة فابعاد جميع النقط التى على قوس * ا ه ب * عن نقطة * د * متساوية وابعادها عن * ج * متساوية ايضا فخطوط * ك ج * م ج

ل ج * متساوية فنجعل * ج * مركزاً ونبعد * ك م ل * قوس * ك م ل
فيكون خيال كل نقطة من قوس * ا ه ب نقطة من قوس * ك م ل *
فقوس * ك م ل * خيال جميع قوس * ا ه ب *
(ز) وان كان * د ج * ما ئلا على سطح * ا ج ب * فان الخط الذى يخرج
من * ج * الى مسقط العمود الواقع من نقطة * د * على سطح * ا ج ب
وليكن * ع * فرضا يحيط مع * د ج * بزاوية هى اصغر من جميع الزوايا
التى يحيط بها خط * د ج * مع الخطوط الخارجة من * ج * فى سطح
ا ج ب * وتكون تلك الزوايا مختلفة وماقرب من تلك الخطوط من * ج ع
يحيط مع * د ج * بزاوية اصغر مما يحيط به الابعد و * ج ع * يلقى دائرة
ا ه ب * على نقطة وتلك النقطة اما ان تكون على قوس * ا ه ب * اوخارجة
عنها فان كانت خارجة او كانت طرف القوس فكل نقطتين من قوس * ا ه ب
فانهما تكونان من جهة واحدة من * ج ع * فالخط الخارج من * ج * الى
ابعدهما عن * ج ع * يحيط مع * د ج * بزاوية اعظم مما يحيط به الخارج
الى الاقرب فخيال النقطة البعدى وطرف المماس من خط خيالها ابعد عن
ج * من خيال القربى وطرف المماس من خط خيالها كما تبين فى المقدمات
ولنعد الصورة ونفرض على قوس * ا ه ب * ثلث نقط هى * ب س ه
وليكن * ب * ابعدها عن * ج ع * و * ج ع * اماماثلا عن * ا * اومارابها
ونصل * ج ه * ج س * ج ب * ه س * س ب * وليكن خيال * ب ط
ونهاية المماس من * ج ب * ل * وخيال * س ك * ونهاية مماسه * م * فل
ابعد عن * ج * من * م * فجل * اعظم من * ج م * فل ب * اصغر من
س م * والخط الخارج من * م * موازيا * لس ب * يفصل من * ج ب *
مما يلى

المقصد السابع

٢الشكل ٩٩



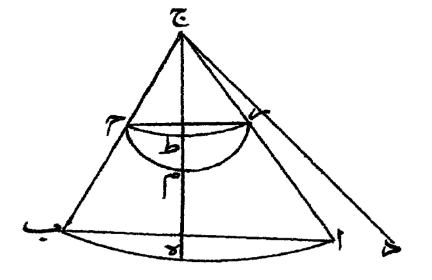
مما يلى * ب * خطامثل * س م * فالواصل بين نقطتى * م ل * يلقى * س ب *
اذا اخرجا فى جهة * ب ﴿ الشكل - ٩٩ ﴾ فيلتقيا على * ع * ونصل
ك ط * فلان * ط * خيال * ب * و * ل * طرف مماسه فنسبة * ج ب * الى
ب ل * كنسبة * ج ط * الى * ط ل * وكذلك نسبة * ج س * الى * س م
كنسبة * ج ك * الى * ك م * فك ط * اذا اخرج انتهى الى * ع فلنخرجه
وليكن * ن * طرف المماس من * ج ه * لنقطة * ه * فج ن * اصغر من
ج م * و * ه ن * اعظم من * س م * ونصل * ه س * ن م * فهما اذا اخرجا
فى جهة * س * التقيا وليكن على * ص * و * ه س * يقطع * س ع * فاذا
اخرج * ه س * يصير ابعد عن * ج * من * س ع * فيكون * ص *
خارجة عن خطوط * ع س * ع م * ع ك * ونصل * ص ك * فيقطع * ع
ك * و * ج ك س * ايضافنخرج * ص ك * فى جهة * ك * فيقطع * ن ج
على نقطة بين * ن ج * وليكن * ف * ونخرج * ع ك * فيقطع * ج ن *
وليكن على * ق * فنقطة * ف * من وراء خط * ط ك ق * واقرب الى * ج
منه ولان نسبة * ج س * الى * س م * كنسبة * ج ك * الى * ك م *
وقد خرج من نقطة * س م ك * خطوط التقت على * ص * وخرج خط
ج ف ن ه * يقطع هذه الخطوط فنسبة * ج ه * الى * ه ن * كنسبة * ج
ف * لى * ف ن * ونقطة * ن * طرف المماس فنقطة * ف * خيال * ه *
فخيال جميع قوس * ه س ب * خط عر بنقطة * ف ك ط * وهو خط
محدب والواصل بين * ف ط * يقع داخل ذلك المحدب لان * ف * من
وراء خط * ط ك ق * فخيال قوس * ه س ب * محدب حدبته تلى سطح
المرآة وليكن ذلك * ف ك ط * المحدب ويكون * ف ط * المستقيم فى

داخل * ف ك ط * وكذلك يتبين ان استعملنا خط * ا ج * مكان * ه ج *
وكذلك يتبين فى كل جزء من قوس * ا ه ب * وان صغر و ان كان خط
ج ع * يقطع قوس * ا ه ب * فان كلا من قسمى القوس يتبين على انفراده
ان خياله محدب لان كلا منهما فى هذه الحال يكون مائلا الى جهة واحدة
عن * ج ع * وان فرض على احد قسمى القوس نقطتان نظيرتان * لس ي *
و فرض على القسم الآخر ثالثة نظيرة لنقطة * ه * وجعلت الثالثة اقرب
الى * ج ع * المتوسط فى هذه الحال بين * س ه * عادت الحال الى ما تبين
فخيال تقعير قوس * ا ه ب * على تصاريف الاحوال خط محدب حدبته
تلى سطح المرآة والواصل بين طرفيه يقع فى داخله وكذا خيال كل جزء
من قوس * ا ه ب * ﴿ الشكل — ١٠٠ ﴾

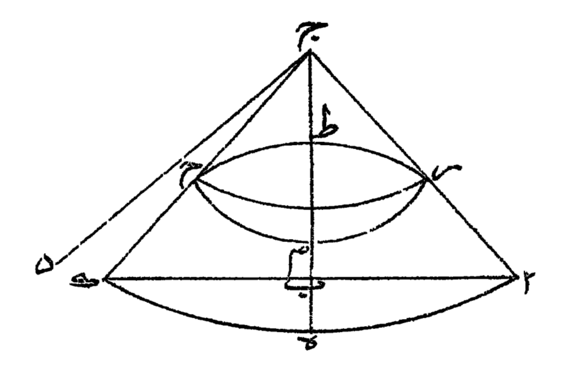
(ح) وايضا فان كل دائرة محيطة بكرة المرآة تمر بمركز المرآة ومركزها
خارج عن مركز المرآة اذا كان مركز البصر خارجا عن سطحها فان خيال
الجزء منها الذى يلى مركز المرآة يكون ابدا محدبا بحدبه يلى سطح المرآة
لانه يمكن ان يخرج من مركز المرآة الى الجزء من الدائرة التى تلى المركز
خطان متساويان عن جنبتى القطر المار بمركزين و يكون كل منهما اعظم من
الخط المتوسط الذى هو تمام قطر الدائرة المبصرة واذا ادير على مركز
المرآة ببعد ى الخطين المتسا و يين قوسا من دائرة فان هذه القوس
تكون خارجة عن الدائرة المبصرة ووسطها ابعد عن مركز المرآة من
وسط القوس التى بين ذينك الخطين من محيط المبصرة وكل خط يخرج
من مركز المرآة و يقطع هاتين القوسين فان النقطة التى عليها يقطع الاولى
اقرب الى المركز من التى عليها يقطع الثانية وخيال الثانية محدب فخيال الاولى
اشد

المقصد الثامن

٢الشكل ١٠٠



الشكل ع ١٠١



اشد تحدبيا لان وسطها اقرب من المركز نخياله ابعد وطرفا الخيالين مشتركان
نخيال القوس المذكورة على جميع الاوضاع محدب اذا كان البصر خارجا
عن سطح دائرتها *

(ط) وايضا فليكن خط * اب * مستقيما معترضا للمرآة وليكن مركز المرآة
ج * والبصر * د * وليكن خارجا عن سطح * اب ج *
(فاقول) ان خيال * ا * يكون ابدا محدبا تحديبه يلي المرآة لانا نصل
اج * ج ب * فاما ان يتساويا اولا فان تساويا فنجعل * ج * مركزا وببعدى
ج ا * ج ب * قوس * اه ب * نخيال قوس * اه ب * يكون محدبا *
(اقول) بشرط ان لا يكون * د ج * عمودا على سطح * اج ب *
(قال) والمستقيم الواصل بين طرفي الخيال يكون في داخله فليكن خيال قوس
اه ب * خط * ر ط ح * المحدب * ونفرض على قوس * اه ب * نقطة
ه * كيف ما اتفقت ونخرج خط * س * فيكون * ط * خيال * ه * و
س * اقرب الى * ج * من * ه * نخيال * س * ابعد عن * ج * من
ط * فليكن * م * خيال * س * وكذلك كل نقطة من خط * اب * خياله
ابعد عن * ج * من خيال النقطة من قوس * اب * التي هي معها على قطر واحد
نخيال * اب * اشد تحديبا من خيال قوس * اب * فليكن خياله خط
ر م ح * ﴿ الشكل ــ ١٠١ ﴾
(اقول) وبمثل ذلك يبين تحديب خيال * اب * ان كان * د ج * عمودا
على سطح * اج ب * وايضا فان كل نقطتين تفرضان على خط * اب *
و يكون بعداهما عن نقطتى * اب * متساويين اذا خرج اليهما خطان
من مركز * ج * و ادير ببعد تينك النقطتين قوس من دائرة فان الجزء

من الخط المستقيم الذى فيما بين تينك النقطتين و تر تلك القوس و خيا له اشد تحد يبا من خيال القوس نخيال كل جزء من خط * ا ب * يكون ايضا محد با *

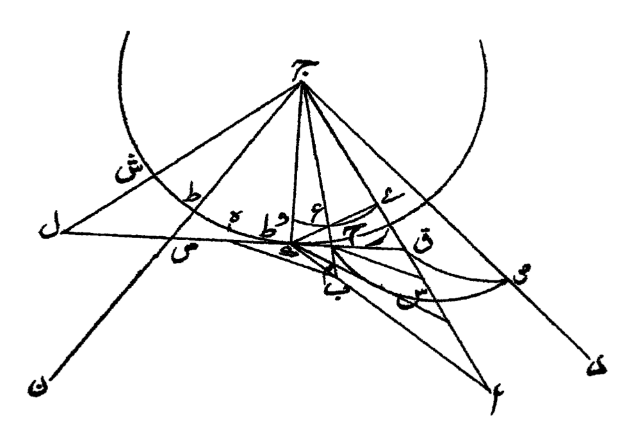
(قال) وان كان خطا * ا ج * ب ج * مختلفين فليكن الاطول * ا ج * فا ب * اذا خرج على استقامة اما ان يلقى سطح المرآة اولا فان لم يلق نجعل ج * مركزا ونبعد * ج ا * دائرة * ا ه ك * فنقطة * ب * تكون فى داخل الدائرة ونخرج * ا ب * حتى يلقى محيط الدائرة على * ك * وليكن خيال قوس * ا ه ك * خط * ر ط ح * المحدب نخيال * ا ب ك * المستقيم يكون اشد تحديبا ﴿الشكل - ١٠٢﴾ فليكن * ر م ح * المحدب وقد مر ان كل جزء من * ر ط ح * فهو محدب وان الواصل بين طرفيه يقع داخله اذا كان مقتدر المقدار فكذلك * ر م ح * نخط * ا ب * اذا كان مقتدر المقدار فان خياله يكون محدبا وان كان * ا ب * يلقى سطح المرآة او اذا امتد على استقامة لقيه فليكن الفصل بين سطح المرآة وسطح * ا ب ج * دائرة * رحه * و ليلق * ا ب * سطح المرآة على * ه * نخط * ا ه * اما ان يماس الدائرة او يقطعها فان كان مماسا فليكن الفصل بين سطح المرآة وسطحى * د ج ا * د ج ب * قوسى * س ر * ص ح * فصورة * ا * تنعكس الى بصر * د * من نقطة من قوس * ص ر * وصورة * ب * من نقطة من قوس * ص ح *

(اقول) وليكونا * ر خ *

(قال) و الخط المماس الذى يخرج من * خ * يلقى * ب ج * فيما بين ب ح * وليكن على * م * والخط الخارج من * م * الذى يماس دائرة

ر ح

الشكل ١٠٣

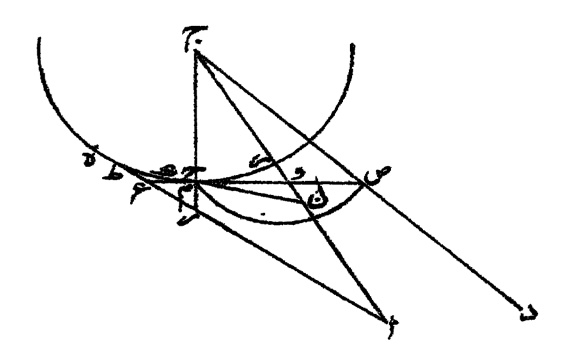


رح ه * فى جهة * ه * يلقى الدائرة على نقطة بين * ح ه * لان * م ه * اصغر
من * ب ح * و * ب ه * مماس فليكن * ف * نخط * م ف * اذا خرج
فى جهة * ف * لقى * ب ه * وليكن على * ط * و * ط ف م * اذا خرج فى
جهة * م * لقى * ا ر * وليكن على * س * و يجعل زاوية * ب ج ش
مثل * د ج ب * فقوس * ح ش * مثل * ص ح * و يجعل * ج ل *
مثل * ج د * و * لان الخط المماس لقوس * ص ح * على * خ * ينتهى *
الى * م * و * م ف * يماس دائرة * ه ح * المساوية لدائرة * ص ح * فقوس
ح ف * مثل * خ ح * فصورة * ب * تنعكس الى * ل * من * ف *
و نصل * ف ب * ف ل * ولان قسى * ص ر * ص ح * رح * متقاطعة
فى سطح المرآة و هى من الدوائر العظام فقوسا * ص ح * ح ر *
اعظم من قوس * ص ر * وقوس * ص ح * مثل * ح ش * فقوس *
ز ش * اعظم من * ز ص * فنجعل قوس * ز ط * مثل * رص * ونخرج
ج ط * و ننفذه الى * ن * و نجعل * ج ن * مثل * ج د * فالنقطة
التى منها تنعكس صورة * ا * الى * ن * تكون بين * ف د * لان
الخط الخارج من * ن * الى * ف * اذا انعكس فانه يكون خارجا عن خط
ف ب * فيقطع * ب ط * فلا يلقى * ا * وكذلك الخارج من * ن * الى
نقطة فيما بين * ف ظ * بطريق الاولى وكذلك اذا كانت نقطة * ظ *
حيث * ف * ا و بين * ف ر * فان النقطة التى منها تنعكس صورة * ا *
الى * ن * تكون بين * ف ر * ويكون بعد تلك النقطة من * ر * مثل
بعد * ر * من * ب * لان قوس * ر ص * مثل * ر ظ * وج ن * مثل
ج د * والمماس الذى يخرج من نقطة انعكاس * ا * الى * ن * يلقى * ا ر *

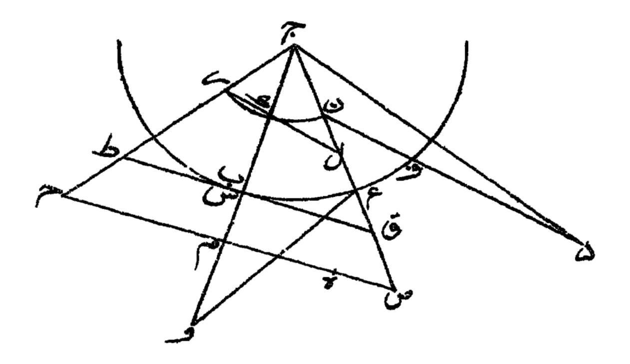
على النقطة التي يلقاها المماس الخارج من * ر * فليكن طرفه نقطة *ق *
ولان نقطة انعكاس * ا * الى * ن * بين * ر ف * فق * بين * ش ر *
لا ن * س ف * مماس فالمماس على نقطة بين * ف ر * يقطع * س ر *
ونصل* ق م * وهو يقطع خطى *س ف * ح ب * على * م * فاذا *خرج
قسم زاوية * ب م ط * فهو يقطع * ب ط * بين * ب ط * و ليكن على
ك * وليكن خيالا *اب* نقطتى * ى ع *ونصل*ى ع* فى ع* اذا اخرج*
فى جهة* ع * انتهى الى *ك*لان نسبة*جا *الى* اق*كنسبة*جى*الى*
ى ق * ونسبة * ج ب* الى *ب م* كنسبة* ج ع * الى*ع م * و* ا ب *
ق م * قد التقيا على * ك * فلينته * ى ع * الى * ك * و نصل * ج ك *
فهو خط خيال * ك * و خيال * ك * فيما بين * ج ك * فهو تحت خط
ى ع ك * و ليكن * و * و كل خط يمر بنقطة * ى ع و * فهو محدب
﴿ الشكل - ١٠٣ ﴾ وخيال جميع خط * ا ب ك * ذلك
الخط لخيال خط * ا ك * محدب تحديبه يلى سطح المرآة و اذا فرض
على خط * ا ه * نقطة غير نقطة * ب * و قريبة من * ا * و اخرج اليها
خط من نقطة * ج * فان الواصل بين * ق * و بين نهاية المماس التى على
ذلك الخط يلقى * ا ه * على نقطة غير * ك * لان خيال تلك النقطة
يكون على الخط المحدب فتكون خارجة عن خط *ى ع فنهاية مماسه
خارجة عن خط * ق م * فالواصل المذكور لا ينتهى الى * ك * و يكون
ايضا خيال الخط الذى بين * ا * و نظيره * ك *محدبا وكذا لو كانت
النقطة فيما بين * ب ه * او عن وراء * ا * اذا اخرج * ه ا * فى جهة
ا * و فى هذه الحال تكون النقطة المفروضة بمنزلة * ا * و * ا * بمنزلة

ب

٣الشكل ع١٠٣



٢الشكل ع١٠٤



ب * فخيال الخط المماس للمرآة وخيال كل جزء منه محدبيه تحد بيه ممايلي
سطح المرآة وان كان * اه * يقطع دائرة * ر ه ح * فنعيد الصورة وليكن
طرف المماس من خط * ج ب م * كما كان فقوس * خ ح * اما ان يكون
مثل * ه ح * او اصغر او اعظم فان كان مثله فان المماس الخارج من * م *
يماس الدائرة على نقطة * ه * وان كانت قوس * خ ح * اصغر من * ه ح *
فعلى نقطة بين * ه ح * وان كانت اعظم فعلى نقطة من وراء * ه * وهذا
المماس يقطع * ب ه * على تصاريف الاحوال اما على * ه * وذلك على
الاول واما على نقطة بين * ب ه * وذلك على الاخيرين فعلى الثانى بعد
التماس وعلى الثالث قبله وعلى الاخيرين فليقطعه على * ط * ويماس الدائرة
على * ك * ونخرج * ط ك م * فى جهة * م * فهو يقطع * ا ر * فيما بين
ا ر * وليكن على * ن * وتبين كما فى الشكل السابق ان طرف المماس من * ا ج *
تحت * ك ن * وكذلك ان كان المماس الخارج من * م * يماس الدائرة
على * ه * فليكن طرف المماس من * ا ج * ف * ونصل * ف م * ونخرجه من
جهة * م * فيقطع * ب ط * على * ع * فيما بين * ب ط * وتعود الحال الى
مثل ما كانت فى الشكل المتقدم ويتبين ان خيال * اه * خيال كل جزء
من اجزائه خط محدب فخيال الخط المستقيم المعترض للمرآة يكون
ابدا محدبا بما يلى سطح المرآة اذا كان البصر خارجا عن السطح الذى
فيه الخط ومركز المرآة وذلك ما اردناه ﴿ الشكل - ١٠٤ ﴾
فاما اذا كان مركز البصر فى السطح الذى فيه مركز المرآة والخط
المستقيم فان اشكال خيال الخط تختلف بحسب اوضاعه فمن هذه الخطوط
ما يلقى سطح المرآة واذا اخرج لقيه اما على القطعة المقابلة او على الاخرى

ومنهاماليس يلقاه اصلا و التي تلقاه منها ماهو على استقامة الاقطار و منها ماهو معترض مائل على السطح *

الفصل العاشر

(ى) فاماالتي على استقامة الاقطار فخيالاتها خطوط مستقيمة لقيت سطح المرآة اولا لان خيالات جميع نقاطها تكون على قطر بعينه و قدمران خيالاتها تكون اصغر منها بكثيرواما المائلةفاما ان يكون ميلها الى خلاف جهة البصر او الى جهته فان كان الى خلاف جهة البصر فاما ان يكون ميلها مثل خطوط الانعكاس او اكثر اواقل و نعنى بخطوط الانعكاس هاهنا التي عليها تمتد الصورة الى سطح المرآة *

الفصل الحادى عشر

(يا) فاما خطوط الانعكاس فان البصر لايدركها جملة لان خطوط الانعكاس لاتتلاقى اصلا الامن وراء سطح المرآة و ذلك بين اذلو تلاقت لكانت لصورة نقطة الالتقاء اكثر من نقطة الانعكاس واحدة فلاتدرك نقاط الخط جميعها الامن نقطة التقاء الخط مع سطح المرآة و اذا كان هذا الخط مبصرا فهوفي جسم كثيف فيحجب اقرب اجزائه ابعدها فلايدرك البصر شيئا منها ولامن اجزائها *

الفصل الثانى عشر

(يب) وكذا الخطوط التي ميلها اكثر ان كانت متصلة بالمرآة لان الخطوط الخارجة من مركز البصر الى القوس من سطح المرآة التي بين طرف ذلك الخط والقطر المار بمركز البصر ليست تلقى ذلك الخط لانها ليست تلقى خط الانعكاس الاقرب منه الى البصر و القوس الباقية من سطح المرآة لا تنعكس منها صورة ذلك الخط لان الجسم الكثيف الذى فيه ذلك الخط يستر تلك القوس عن البصر *

الفصل الثالث عشر

(يج) فاما ان لم يكن متصلا بالمرآة فانه قد ينعكس اليه من وراء نقطة

الالتقاء

الالتقاء المتوهمة خطوط شعاعية الا ان صورة مثل هذا الخط تكون مجتمعة شديدة الاجتماع فلا يتميز شكلها للبصر *

المقصد الرابع عشر

(يد) وان كان ميلها اقل فان كان فيما بين خط الانعكاس والقطر المار بنقطة الالتقاء فان صورها ايضا تكون شديدة الاجتماع وان كانت قريبة جدا من القطر المار بنقطة الالتقاء فان صورها تكون مجتمعة وصغيرة جدا وقريبة من الاستقامة لقربها من الذى صورته مستقيمة وقرب وضعها من وضع القطر *

المقصد الخامس عشر

(يه) واما التى تكون ميلها الى جهة البصر فان كان ميلها يسيرا فان صورها ايضا تكون مجتمعة وصغيرة جدا وقريبة من الاستقامة لما ذكرنا *

المقصد السادس عشر

(يو) وكذلك جميع الخطوط التى تلقى سطح المرآة من وراء الجزء المقابل للبصر فان ما كان منها مائلا عن القطر المار بنقطة الالتقاء الى خلاف جهة مركز البصر فان منها ما ليس يدركه البصر وهى الخطوط الموازية لخطوط الانعكاس ومنها ما يدركه وهو ما كان مقاطعا لخطوط الانعكاس وتكون صورته شديدة الاجتماع غير متميزة للبصر وكذا ما كان منها مائلا الى جهة البصر ميلا يسيرا *

المقصد السابع عشر

(يز) والخطوط التى تلقى سطح المرآة وتكون مائلة الى جهة البصر ميلا مقتدرا فان صورها تكون محدبة تحديبا محسوسا *

ضابط

وبالجملة فان جميع الخطوط التى تلقى سطح المرآة لا يدرك البصر صورة شىء منها ادراكا صحيحا الا ما كان مائلا الى جهة البصر ميلا مقتدرا وتحديد هذا الميل هو ان يكون الخط موازيا للقطر المار بمركز البصر

اوملاقيا فى جهة البصر اذا اخرج *

المقصد الثامن عشر

(يح) واما الخطوط التى لاتلقى سطح المرآة اصلافمنها مايلقى القطر المار بالبصر من وراء المرآة ومنها مايوازيه ومنها مايلقاه من جهة البصر فاماالتى تلقاه من وراء المرآة فان البصر ليس يدرك اكثرها وان ادرك شيئا منها فانما يدرك اطرافها *

المقصد التاسع عشر

(يط) ومايدركه البصر من هذه الخطوط ويتميز اشكال صورها للبصر هى ايضا الخطوط التى تلقى القطر المار بمركز البصر فى جهة البصر اوتوازيه كحال الخطوط التى تلقى سطح المرآة وخيالات جميع هذه الخطوط محدبة تحديبها يلى سطح المرآة *

المقصد العشرون

(ك) فاما الدوائر التى يكون مركز البصر والمرآة معا فى سطوحها ومركزها مركز المرآة فان خيال تقعيرها يكون محدبا وكذلك ماكان مركزها ابعد عن مركز البصر من مركز المرآة

﴿ تنبيه ﴾

واعلم ان الخطوط التى تكون مع مركزى البصر والمرآة فى سطح واحد هى اقل الخطوط المدركة فى المرايا لانه ان مال الخط والبصر ادنى ميل زال وضع الاجتماع فى سطح واحد واذا كان ادراك الخط بالبصرين فاجتماع مركزيهما مع مركز المرآة والخط فى سطح اندر واقل ومع ذلك فعلى شفا الزوال واكثر اوضاع الخطوط التى تكون فى سطوح المبصرات مع البصر هو ان يكون مركز البصر خارجا عن سطح الخط ومركز المرآة وقد قدمنا تبيين خيالاتها *

المقصد الحادى والعشرون

(كا) وجميع مايدركه البصر من الخطوط المستقيمة والمستديرة فى هذه

المرايا

المرايا اذا كان مركز البصر فى سطح الخط ومركز المرآة فان تحديب خياله
يكون اقل منه اذا كان مركز البصر خارجا عن السطح و ذلك ان مركز
البصر اذا كان فى السطح فان تحديب الخيال يلى نفس البصر وليس يدرك
التحديب فى هذا الوضع الا بقياس مستقصى من ادراكه لقرب اجزائه
المتوسطة وبعد اجزائه المتطرفة كما تبين فى المقالة الثانية واذا كان مركز
البصر خارجا عن السطح فان الذى يلى البصر من الخيال هو السطح الذى
يتقوس فيه الخيال فيدرك البصر شكل التقويس من ادراكه لاجتماع
اطراف الصورة و من ادراكه لما يظهر وراء الصورة من الاجسام لان
ما وراء الصورة من الاجسام يظهر له محيط مستدير هو صورة الخط
المقوس فالتحديب الذى يدركه فى خيالات تلك الخطوط اقل مما يدركه
فى خيالات هذه فلنبين الآن تحديب خيالات الخطوط التى تكون مع
مركزى البصر و المرآة فى سطح واحد فلتكن مرآة كرية محدبة عليها
ا ب * ومركزها * ج * وليكن مركز البصر * د * ونخرج سطحا يمر بنقطتى
ج د * و ليحدث فصل * ا ب * ونصل * ج ا د * وليكن خط * ه ح *
المستقيم فى سطح دائرة * ا ب * بحيث يلقى * ج د * فى جهة * د *
اويوازيه وليدركه بصر * د * فى المرآة *

(فاقول) ان خيال * ه ح * محدب تحديبه يلى البصر فنصل * ج ح *
و ليكن نقطة انعكاس * ح * الى * د * نقطة * ب * و نخرج * ب ط *
مماسا وليلق * ج ح * على * ط * وليكن * ر * خيال * ح * فنسبة * ج
ح * الى * ح ط * كنسبة * ج ر * الى * ر ط * ونصل * ج ب * ونخرجه
فهو يلقى * ه ح * اما ان كان * ه ح * موازيا * لج د * فلان * ج ب *

يلقى * ج د * واما ان كان يلقاه فى جهة * د * فا بين فان كان * ج ب * يلقى
ه ح * على نفسه والا اخرجناه حتى يلقى * ج ب * وليكن التلاقى على * م *
حيث كان وليكن خيال * م ك * وطرف مماسه * س * فنسبة * ج م *
الى * س م * كنسبة * ج ك * الى * ك س * و نصل * ر ك * ط س *
فان كان * ط س * يوازى * ح م * فان * ر ك * يوازيهما وان كان * ط
س * يلقى * ح م * فر ك * ايضا ينتهى الى نقطة تلاقيهما فان كانت متلاقية
فنقطة الملتقى اما ان تكون فى جهة * ح * ا و * ه * وان كانت فى جهة * ه *
فاما ان تكون من وراء * ج د * اوعلى نفس * ج د * اوفيما بين * ج د *
ج م * فان كانت الخطوط متوازية اومتلاقية فى جهة * ح * اومن وراء
ج د * اوعلى نفسه فانا نخرج * ا و * مماسا كما فى الصورة الاولى * فا و *
يلقى * ج م * على تصاريف الاحوال لان نقطة * ب * على القطعة المقابلة
للبصر فقوس * ا ب * اقل من الربع فزاوية * ا ج م * حادة وزاوية * ج
ا و * قائمة فليلقه على * و * فنقطة * و * اما ان تكون بين * م س * او
نفس * م * اومن وراء * م * لانها على تصاريف الاحوال ابعد عن سطح
المرآة من * س * وذلك ان نقطة انعكاس * م * الى * د * هى بين نقطتى
ا ب * فالمماس الخارج من نقطة الانعكاس الى * س * يقطع * ا و * على
نقطة بين خطي * ج د * ج و * فالمماس الذى طرفه * س * هو فى داخل
مثلث * ا ج و * فنقطة * س * فيما بين * و ب * و * ط س * يقطع * ج
و * ولنخرج * ط س * فى جهة * س * الى * ق * ولان زاوية * ط ب
س * قائمة فزاوية * ج س ق * الخارجة منفرجة * فس ق و * لا يلاقى
دائرة * ا ب * بل كلما امتد بعد عن الدائرة لان كل خط يخرج اليه من

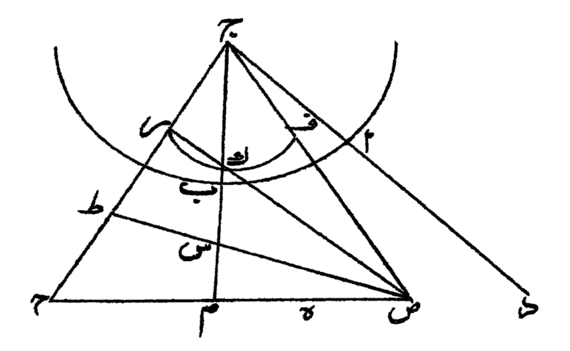
ج * يكون اعظم من * ج س * فط س ق * يقطع * ا و * و ليكن على
ق * ونصل * ج ق * و نخرجه فهو يلقى * ح ه * كما تبين فى * ب ج *
وليكن على * ص * و لنكن نقطة انعكاس * ص * الى * د ف * فهى
فيما بين * ج ص * ج د * ونخرج من * ف * المماس وليكن * ف ع *
فهو يلقى * ج ص * وليكن على * ع * ويلقى ايضا * ا ق * اذا اخرج فى جهة
ف * فنقطة * ع * تحت * اق * بين * ق ج * ونخرج * د ف ن * فيكون * ن *
خيال * ص * و نسبة * ج ص * الى * ص ع * كنسبة * ج ن * الى
ن ع * و نخرج * ر ك * فهو يقطع * ج ق * على تصاريف الاحوال
كان * ر ك * موازيا * لط ق * ا و ملاقيا له على احدى الصفات
المذكورة فليلقه على * ل * * فل * بين * ج ق * فنسبة * ج ص *
الى * ص ق * كنسبة * ج ل * الى * ل ق * و نسبة * ج ص * الى
ص ق * اعظم من نسبة * ج ص * الى * ص ع * اعنى * ج ن * الى
ن ع * فنسبة * ج ل * الى * ل ق * اعظم من نسبة * ج ن * الى * ن ع *
وبالعكس نسبة * ع ن * الى * ن ج * اعظم من نسبة * ق ل * الى * ل ج *
و بالتركيب نسبة * ع ج * الى * ج ن * اعظم من نسبة * ق ج * الى *
ج ل * و * ع ج * اصغر من * ق ج * فج ن * اصغر من * ج ل * فن
من وراء خط * ر ك * و كل خط يمر بنقطة * ن ك ر * فهو محدب وخيال
جميع * ص ه ح * هو خط يمر بنقطة * ن ك ر * فخياله محدب تحديبه يلى
البصر وليكن * ن ك ر * وكذلك كل نقطة تفرض على خط * ه ح * غير
ح * اذا بنى البرهان عليها كما فى * ح * يتبين ان خيال الخط الذى يقع فيما بين
القطرين النظيرين * لج ح * ج ص * محدب مما يلى البصر فتبين ان كل جزء

من * ه ح * يكون خياله محدبا وان كانت خطوط * ر ك * ط س * ح م * متلاقية على نقطة فيما بين * ج د * ج م * كما في الصورة الثانية فليكن الملتقى * ص ونصل * ج ص * فيكون خيال * ص * على تصاريف الاحوال فيما بين * ص ج * وليكن * ف * فيكون من وراء * رك ص (١) * وكل خط يمر بنقطة * ف ك ر * محدب لخيال * ح ص * محدب وكذا حكم جميع اجزائه لخيالات جميع الخطوط المستقيمة المدركة في هذه المرايا اذا كانت توازى القطر المار بمركز البصر او تلقاه في جهة البصر وكان مركز البصر والمرآة معا في سطح واحد تكون محدبة تحديبها يلى البصر وذلك ما اردناه ﴿ الشكل - ١٠٥ - ١٠٦ ﴾

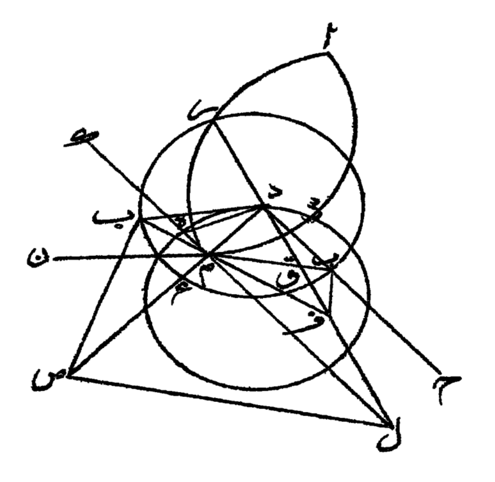
فاما الدوائر التي مركزها مركز المرآة والتي مركزها ابعد عن مركز البصر من مركز المرآة فان خيالاتها تكون ايضا محدبة يتبين ذلك كما تبين من قبل اذا كان البصر خارجا عن السطح الذي فيه مركز المرآة والدوائر لان الدائرة التي مركزها مركز المرآة فان كل نقطتين من محيطها مائلتين عن القطر المار بمركز البصر الى جهة واحدة تكون الزاويتان اللتان يحيط بهما القطر المار بمركز البصر مع القطرين المارين بالنقطتين مختلفتين فيكون خيال النقطة البعدى ابعد عن مركز المرآة من خيال القربى وطرف المماس للبعدى ابعد من طرف المماس للقربى فتبين كما مر ان خيال الدائرة يكون محدبا وكذا القسى من الدوائر التي مراكزها ابعد عن مركز البصر من مركز المرآة فانه يمكن حينئذ ان يخرج من مركز المرآة خطان متساويان الى محيط تلك الدائرة ويكون طرفاهما في الجهة التي فيها مركز البصر ويكونان اعظم من الخط الذي يخرج فيما بينهما ويمر بمركزى المرآة والدائرة فيمكن ان تدار على مركز المرآة وببعدى ذينك الخطين قوسا

(١) ن - نرك ص *

٢الشكل ع٥ـ١

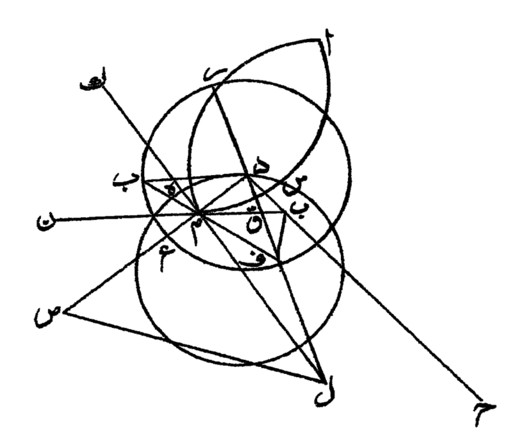


الشكل ١٠٦



الشكل ب٦٠ا

هذه صورة الشكل على ترتيب البيان وهي اصح منها في نسخة الاصل - لع



من دائرة تكون ابعد عن مركز المرآة من القوس التي فيما بين ذينك من الدائرة الاولى فتكون خيالات القسي التي بهذه الصفة محدبة كما مر بيانه *

حاصل الفصل

فقد تبين من جميع ما بيناه ان اكثر الخطوط المستقيمة المدركة في المرايا الكرية المحدبة تكون خيالاتها خطوطا محدبة تحديبها يلي سطح المرآة وجهة البصر وان الدوائر التي مراكزها مركز المرآة فخيالات تقعيرها كذلك. وكذا خيالات تقعير كثير من الدوائر التي مراكزها خارجة عن مركز المرآة فان كانت هذه الخطوط في سطوح المبصرات فان هيآتها المدركة بالبصر تكون على خلاف ما هي عليه فالمبصرات المستطيلة المستقيمة المدركة فيها اذا كان مركز البصر خارجا عنها وهو اكثر الاوضاع التي منها يدرك البصر المبصرات بالانعكاس فان صورها تظهر محدبة ظهورا بينا وكلما كان المبصر اقرب الى سطح المرآة فان التحديب يكون اظهر وكذلك المبصرات المستطيلة المقوسة التي تقعيرها يلي سطح المرآة اذا كانت قريبة من سطحها وكان مركزها او مركز المقوسة ابعد عن مركز البصر من مركز المرآة فان صورها تكون بينة التحديب كان مركز البصر خارجا عن سطوحها او في سطوحها. اذا كانت قريبة من المرآة فان التحديب يكون اظهر. واما المبصرات الفسيحة الاقطار فان سطوحها اذا كانت مستوية تظهر محدبة ولكن لا كتحديب الجسم المستطيل لما قدمنا ان الجسم المستطيل اذا كان مركز البصر خارجا عن سطحه ظهر ما وراءه وتحته وفوقه من المبصرات فيظهر تحديب صورته لتحديب صورة ما يحيط به و اذا كان فسيحا فان صورته تكون كرية او ما يجرى مجراها فلا يدرك البصر تحديبه الا بقياس

مستقصى كما مر فى المقالة الثانية وايضا فان الصورة المنعكسة تكون ضعيفة فتكون الصورة المحدبة المذكورة بمنزلة الكرة والاجسام المحدبة التى تدرك على استقامة من بعد خارج عن عرض الاعتدال فلا يظهر تحديبه ظهورا بينا بل كلما بعد عن البصر خفى تحديبه حتى يرى البعيد منها مسطحا وماكان من هذه الاجسام قريبا من سطح المرآة فيظهر تحديبه ولكن دون ما يظهر من تحديب الجسم المستطيل اذا كان متساوى البعد عن المرآة وكذلك الاجسام المقعرة الفسيحة يظهر تحديبها يسيرا وهذه المعانى من الاغلاط التى تخص هذه المرايا دون المسطحة *

تكملة

فاما الاغلاط المركبة التى عليها الانعكاس مع واحدة من علل اغلاط الاستقامة او اكثر فان خيالها فى هذه المرايا على مثل ماهو فى المسطحة وامثلتها كامثلتها فلنستغن عن اعادتها *

الفصل الخامس

الفصل الخامس

فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا الاسطوانية المحدبة ستة مقاصد *

حكم اجمالي

الاغلاط التى تعرض فى هذه المرايا بسبب الانعكاس خاصة هى مثل مافى الكرية المحدبة الا ان هيآت سطوح المبصرات فيها تكون اشد اختلافا مما فى الكرية لان هذه الصور تشارك تلك فى الضعف واختلاف الوضع وصغر المقدار والتحديب الا ان الصغر و التحديب يكونان فى الكرية على التناسب وفى الاسطوانية بخلافه لان جميع فصول الانعكاس فى الكرية دوائر وفى الاسطوانية مختلفة فمنها دوائر وقطوع وخطوط مستقيمة

و البصر

والبصر يدرك الخطوط المستقيمة الموازية لطول الاسطوانة من خط مستقيم فى طول المرآة و ان كان انعكاس صورة كل نقطة من الخط فى سطح غير السطح الذى تنعكس فيه صورة النقطة الاخرى بل تكون نقطة الانعكاس منتظمة على خط مستقيم ممتد فى طول المرآة فتكون صور الخطوط الموازية لسهم المرآة فى سطوح مستقيمة الفصول وكذلك الخطوط المنتصبة القائمة على سطح المرآة فاما صور الخطوط الموازية لعرض المرآة والمائلة على الطول فانها تنعكس من محيطات دوائر وقطوع فتكون فى سطوح محدبة الفصول وصور المستقيمة الموازية لطولها تكون مستقيمة اوقريبة من الاستقامة وتكون مساوية لتلك اوقريبة منها والصور التى تكون فى سطوح محدبة الفصول فانها تكون محدبة واقطارها اصغر من الخطوط المبصرة كما سنبين جميع ذلك مفصلا واذا كان خيال طول المبصر المستقيم الطول مستقيما ومساويا لطول المبصر اوقريبا منه وخيال عرضه المستقيم محدبا واصغر من عرض المبصر فان خيال المبصر المسطح يكون محدبا تحديبا اسطوانيا وشبيها بشكل المرآة فاغلاط هذه المرايا انما تختص ما يوازى عرض المرآة او يكون مائلا على الطول دون ما يوازى الطول وكلما زاد الميل اشتد الغلط و تكون فيما يوازى الطول يسيرة جداً و كل ما يدرك فى هذه المرايا فانه لايخلو من الغلط سوى عدد المبصرات وترتيب اجزائها ـ ونبين ماذكر بعد ما يجب تقديمه *

مقدمة

كل خط يماس قطعا من قطوع المرآة على غير نقطة انعكاس يكون على محيطه ويكون الواصل بين نقطة التماس وموقع العمود الخارج من نقطة الانعكاس

على السهم يحيط مع العمود بزاوية حادة فان العمود الخارج من نقطة التماس على المماس يلقى العمود الخارج من نقطة الانعكاس من وراء النقطة التى على السهم فليكن القطع * ا ب ج * ونقطة الانعكاس * ب * و * د * التى على السهم و نصل * ب د * العمود و تماس قطع * ا ب * خط * ك ه ل * على * ه * وهى غير * ب * ونصل * د ه * وليكن * ه ن * عمودا على المماس ولتكن زاوية * ب د ه * حادة *

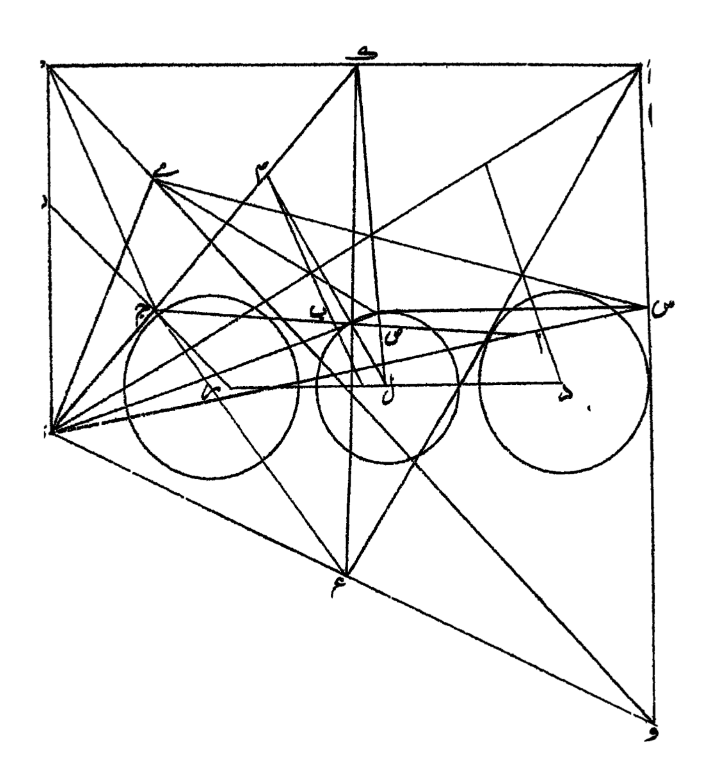
(فاقول) ان * ن ه * اذا اخرج فى جهة * ه * لقى عمود * ب د * على نقطة من وراء * د * وذلك انا نجيز على خط * ب د * سطحا يوازى قاعدة الاسطوانة ولتحدث دائرة * ب ط ر * فتقطع سطح القطع ضرورة لان نقطتى * ب د * هما فى سطحى القطع والدائرة ونخرج من * ه * خطا مستقيما فى طول الاسطوانة فيلقى محيط دائرة * ب ط ر * فليكن على * ط * ولان خطى * ل ه * ه ط * يماسان الاسطوانة على * ه * فسطحها كذلك ونخرج من * د * فى سطح الدائرة نصف قطر * د ع * عمودا على ب د * وليكن * د ح * سهم الاسطوانة فيكون * ب د * عمودا على سطح ح د ع * و خط * ه ط * خارج عن سطح * ح د ع * لان زاوية ه د ب * حادة *

(اقول) وتقريبه ان * ه ط * لو كان فى السطح لكان * ه د * وهو ايضا فى السطح حينئذ يحيط مع * ب د * العمود على سطح القائمة لكنها حادة فه ط * خارج *

(قال) و * ه ط * مواز للفصل بين سطح * ح د ع * وسطح الاسطوانة و * د ب * عمود على سطح * ح د ع * و السطح المماس للاسطوانة على

ب

الشكل ١٠٧



ب * فالسطحان متوازيان وسطح * ل ه ط * يماس الاسطوانة على
ه ط * الخارج عن السطحين المتوازيين فسطح * ل ه ط * يقطعها فليحدث
على سطح * ح د ع * ل ص * وسطح * ح د ع * قائم على سطح دائرة
ب ط ر * لان سهم * ح د * عمود على سطحها وكذا سطح * ل ه ط *
قائم على سطحها فالفصل بين سطحى * ل ه ط * ح د ع * وهو * ل ص *
عمود على سطح الدائرة ايضاً فليلق سطحها على * ص * ونقطة * ص *
في سطح * ح د ع * وسطح الدائرة فهى على الفصل بينهما وهو * د ع *
فنصل * ع ص * ويكون * د ع ص * مستقيما ونصل * د ل * فهو الفصل
بين سطح القطع وسطح * ح د ص * لان نقطتى * د ل * هما فى السطحين
ونصل * ط ص * فيكون هو الفصل بين سطح * ل ه ط * والدائرة لان
ط ص * هما فى السطحين * فط ص * مماس للدائرة ونصل * د ط *
فزاوية * د ط ص * قائمة ونخرج من * ط * عمودا على سطح
ح د ص * فيقع على * د ص * الفصل بين سطحى الدائرة و * ح د ص *
وليكن * ط م * ونجيز على * ه * سطحا موازيا لقاعدة الاسطوانة
ولتحدث دائرة * ه س * فهى تقطع السهم على نقطة غير * د * فليكن * ق *
وتقطع ايضاً خط * د ل * الذى يقطع دائرة * ب ط ر * الموازية لها
﴿ الشكل - ١٠٧ ﴾ وليس فى سطحها لان * د ص * فى سطحها
و * د ح * عمود عليه و * د ل * فى ما بينهما فليقطعه على * ف * ونصل
ق ف * ه ف * فنقطتا * ف ه * فى سطحى دائرة * ه س * والقطع فخط
ه ف * هو الفصل بينهما وهما قائمتان على سطح * ح د ص * لان عمود
د ب * فى سطح القطع والعمود الخارج من * ق * الموازى * لد ب * فى سطح

الدائرة نخط * ه ف * عمود على سطح * ح د ص * فهو عمود على خط
د ل * الذى هو في ذلك السطح ونصل * ه ق * فهو فى سطح دائرة
ه س * و * د ط (١) * فى سطح دائرة * ب ط * و * ه ط * مواز * لد ق *
فهما فى سطح واحد و خطا * ه ق * ط د * فى سطحهما فسطح * ه ط *
د ق * سطح واحد مستو و هو يقطع سطحى الدائرتين و * د ط * ق ه *
فى سطحهما متوازيان و خطا * ق ف * د م * هما الفصلان بين سطح
ح د ص * وسطحى الدائرتين فهما متوازيان نخطا * د ط * د م * موازيان
لخطى * ق ه * ق ف * فزاوية * ط د م * مثل * ه ق ف * وزاويتا
د م ط * ق ف ه * قائمتان و خط * د ط * مثل * ق م * لانهما قطران
لدائرتين متساويتين نخطا * ط م * ه ف * متساويان وكذلك خطا
د م * ق ف * و نصل * ف م * فيكون موازيا * لد ق * و * د ق
مواز * لل ص * لان * ل ص * عمود على سطح دائرة * د ب * فم ف
يوازى * ص ل * وزاوية * د ص ل * قائمة * فد ل * اعظم من * د ص
و * ف م * يوازى * ل ص * فدف * اعظم من * د م * و * ف ل * اعظم
من * م ص * وزاوية * د ط ص * قائمة و * ط م * عمود على * د م ص
فضرب * د م * فى * م ص * مثل مربع * ط م * وضرب * د ف * فى
ف ل * اعظم من ضرب * د م * فى * م ص * اعنى مربع * ط م * بل
ه ف * ونقط * د ه ل * فى سطح القطع فكذا مثلث * د ه ل * و * ه ف *
عمود على * د ل * وضرب * د ف * فى * ف ل * اعظم من مربع
ه ف * فزاوية * د ه ل * منفرجة فزاوية * د ه ك * حادة وزاوية * ن ه ك *
قائمة * فن ه * اذا اخرج فى جهة * ه * قطع زاوية * ل ه د * و * ن ه *

(١) ن - د ر ا * يلقى

يلقى عمود * ب د * لان * ب د * ايضا عمود على الخط المماس للقطع على
ب * و قد تبين فى شكل (يط) من فصل الخيال ان كل عمودين كذلك
فانهما يلتقيان من وراء محيط القطع * فن ه * يلقى * ب د * من وراء
نقطة * د * وذلك ما اردناه *

(ا) واذقد تبين ذلك فلتكن مرآة أسطوانية محدبة قائمة عليها * ا ب ج *
و ليكن سهمها * د ر * و مركز البصر * ه * و ليكن خط * ح ط *
المستقيم فى مبصر و ليكن موازيا لطول المرآة وتحديده ان يوازى السهم
وليدرك البصر الخط فى المرآة *

(فاقول) ان صورة * ح ط * تنعكس الى بصر * ه * من خط مستقيم ممتد فى
طول المرآة وذلك لان * ح ط * ان كان فى السطح المار بمركز البصر والسهم
فان الانعكاس يكون عن الفصل المستقيم كما تبين فى الفصل الخامس من
المقالة الرابعة فتكون الاعمدة الخارجة من نقط خط * ح ط * على الفصل
جميعها فى سطح الانعكاس فيكون خيال هذا الخط مستقيما ومساويا للخط
لخيالات مايدرك فى المسطحة و كذلك ان كان * ح ط * مائلا على سطح
المرآة وكان مع ذلك هو ومركز البصر فى السطح المار بالسهم وان كان
ح ط * خارجا عن السطح المار بالسهم وبمركز البصر فانا نخرج من * ه
سطحا موازيا للقاعدة ولتحدث دائرة * ب * ومركزها * ل * و هذه
الدائرة تقطع جميع الخطوط التى في طول الاسطوانة وما يوازيها اذا
انبسطت فهى تقطع خط * ح ط * اما على نفسه اوبعد الاخراج فليكن
على * ك * حيث كان فصورة * ك * انما تنعكس الى * ه * فى سطح الدائرة
وعن محيطها ومن نقطة واحدة كما تبين فى فصل الخيال فليكن * ب * ونصل

ه ب * ب ك * ونصل * ل ب * ونخرجه الى * م * فزاوية * ه ى م (١) *
مثل * ك ب م * و * ل ب * عمود على السطح المماس للاسطوانة على * ب
ونخرج من * ب * خطا فى طول المرآة عن جنبى * ب * وليكن * اب ج
فهذا الخط فى السطح المماس المار بنقطة * ب * وموازٍ للسهم *
(فاقول) ان صورة * ح ط * تنعكس الى بصر * ه * من خط * اب ج
ونفرض على * ح ط * نقطة * ط * كيف اتفق ونخرج من * ه * خطا
موازيا لعمود * م ب ل * وليكن * ه ع * فخطوط * م ب ه * ع ك *
م ه * فى سطح واحد هو سطح الانعكاس فكذلك * ك ب * فك ب
اذا اخرج فى جهة * ب * لقى * ه ع * وليكن على * ع * ونصل * ط ع
فلان خط * ك ب ع * فى سطح خطى * ك ط * ب ج * المتوازيين
فنقطتا * ط ع * فيه ايضا * فب ج * فى سطح مثلث * ك ع ط * وموازٍ
لك ط * فب ج * يقطع * ط ع * وليكن على * ج * فنقطة * ج * فى سطح
المرآة ونخرج من * ج * خط * ج ر * يوازى * ل ب م * ونخرجه من جهة
ج * الى * ن * فيكون * ج ن * عمودا على السطح المماس المار بخط
ب ج * وموازيا * لع ه * الموازى لخط * ل ب م * ايضا ونصل * ه ج
فيكون فى سطح خطى * ه ع * ن ج * فعمود * ج ن * فى سطح مثلث
ع ه ح (٢) * و * ط * فى سطح هذا المثلث ونصل * ه ط * فيكون ايضا فى
سطح المثلث * فرج ن * فى سطح مثلث * ه ج ط * ويقطع * ج ط * لانه
يوازى * ع ه * ويقطع * ه ج * لان * ه * خارجة عنه لانها على الخط
الموازى له * فرج * يقطع زاوية * ه ج ط * فيقطع * ه ط * وليكن على
ن * فلان * ب م * يوازى * ع ه * فزاوية * م ب ك * مثل * ه ع ب

(١) ن - ه ب م * (٢) ن - ع ه ج *

وزاوية * م ب ه * مثل * ع ه ب * وزاويتا * م ب ك * م ب ه *
متساويتان فكذلك زاويتا * ه ع ب * ع ه ب * فكذلك خطا * ع ب *
ه ب * ولان * ج ب * يوازي السهم فهو عمود على السطح الموازي
للقاعدة وهو سطح مثلث * ه ع ك * فكل من زاوية * ع ب ج * ه ب ج
قائمة ومربع * ع ج * كمربع * ع ب * ب ج * ومربع * ه ج * كمربعي
ه ب * ب ج * فع ج * مثل * ه ج * فزاويتا * ج ع ه * ج ه ع *
ايضا متساويتان فزاويتا * ن ج ط * ن ج ه * ايضا متساويتان فصورة
ط * تنعكس الى * ه * من * ج * اذا كان سطح المرآة يمتد الى * ج *
ولا تنعكس من غير * ج * وكذا يتبين في كل نقطة من خط * ط ح * ان
صورتها لا تنعكس الى * ه * الا من خط * ا ب ج * ونجعل * ج ك *
مثل * ط ك * ونصل * ح ع * فتبين ان * ب ج * يلقى * ح ع * كما مر في
خط * ط ع * وليكن على * ا * ونصل * ه ا ح * ا ه ح * ونخرج * ا د *
موازيا * لب ل * ونخرجه في جهة * ا * فيلقى * ه ح * كما مر فصورة خط
ح ك ط * تنعكس الى * ه * من خط * ا ب ج * ونصل * ك ل * ونخرج
ه ب * حتى يلقاه على * ص * فص * خيال * ك * لان صورة * ك * انما
تنعكس عن محيط دائرة * ب * و * ل ك * هو العمود على الخط المماس
للفصل اعني خط الخيال *

الفصل الثاني

(ب) فاما السطحان اللذان تنعكس فيهما صورتا * ح ط * فان فصلهما
قطعان والعمود ان الخارجان من نقطتي * ح ط * اعني خطي خيالهما يلقيان
د ا * ر ج * لما مر في فصل الخيال ومن وراء نقطتي * د ر * كما مر في
المقدمة لان الخطين الخارجين من نقطتي * د ر * الى نقطتي * ح ط *

يحيطان مع عمودى * دا * د ج * بزاويتين حادتين لان زاويتي * ح ا د
ط ح ر * منفرجتان و خطا * ع ه * د ا * فى سطح انعكاس * ح * الى
ه * و * ح ه * يقطعها وكذلك خطا * ع ه * ز ج * فى سطح انعكاس
ط * الى ** ه * و * ط ه * يقطعها * فه ع * هو الفصل بين سطحى الانعكاس
وخط خيال * ح * يقطع * د ا * فاذا اخرج لقى * ع ه * الموازى * لد ا
وكذلك خط خيال * ط * يلقى * ع ه * و خط * ح ك ط * عمود على
السطح الموازى للقاعدة المار بنقطة * ك * و * ح ك * مثل * ط ك * فه ح
مثل * ه ط * ووضع نقطة * ح * من بصر * ه * ومن سطح دائرة * ب
مشابه فى جميع احواله بوضع * ط * من * ه * ومن سطح الدائرة فوضع
فصل انعكاس * ح * بالقياس الى دائرة * ب * كوضع فصل انعكاس
ط * فبعد موقع خط خيال * ح * من نقطة انعكاسها اعنى * ا * كبعد
موقع خط خيال * ط * عن نقطة انعكاسها اعنى * ج * فالزاويتان اللتان
يحيط بهما خطا خيالى * ح ط * مع * ه ع * متساويتان و خطا * ح ه
ط ه متساويان وزاويتا * ح ه ع * ط ه ع * متساويتان لان سطح * ك
ع ه * قائم على سطح * ح ط ه * لان * ح ك * عمود على سطح * ك ع ه
وبعد خط * ه ح * عن الفصل المشترك اعنى * ه ك * مثل بعد * ه ط
عنه فمثلا خطى * ح ه * ط ه * عن خط * ه ع * متساويان فزاويتا
ح ه ع * ط ه ع * متساويتان وكانت الزاويتان اللتان يحيط بهما خطا
الخيالين مع * ه ع * متساويتين و خطا * ه ح * ه ط * متساويين فخطا
الخيالين انما يلقيان * ه ع * على نقطة واحدة ويكونان متساويين ويحدث
منهما ومن * ح ط * مثلث متساوى الساقين فليكن خطا الخيالين * ح و
ط

ط ه * فيكون مثلثا * ح ه و * ط ه و * متساويين وزاوية * ه ح * ومثل
زاوية * ه ط و * ونخرج خطى * ه ا * ه ج * حتى يلقيا خطى الخيالين
على * س ى * فس ى * خيالا * ح ط * ونصل * س ى * فلان * ا ب ج
عمود على سطح دائرة * ب * ووضع نقطة * ح * من سطح دائرة * ب
ومن * ه * مثل وضع نقطة * ط * فبعد * ا * عن دائرة * ب * مثل بعد
ج * عنها لان * ا * انما هى على الواصل بين نقطتي * ح ع * المساوى
لط ع * و * د ز * مواز * لح ط * فاب * مثل * ج ب * فه ا * مثل * ه ج
و * ح ا * مثل * ط ج * وزاوية * ه ا ح * مثل * ه ج ط * وزاوية
ح ا س * مثل * ط ج ى * وزاوية * ا ح ه * مثل * ج ط ه * فتبقى زاوية
ا ح س * مثل * ج ط ى * فمثلث * ح ا س * كمثلث * ط ج ى * فح س *
مثل * ط ى * فس ى * يوازى * ح ط * وخطا * ح و * ط و * خارجان
عن سطح خطى * ح ط * د ر * لانهما * يلقيان * دا * رج * تحت نقطتى
د ر * فدر * خارج عن سطح مثلث * ج ط د * ولا شىء من سطح خطى
ح ط * د ر * فى سطح مثلث * ح ط د * سوى * خط * ح ط * و نقطة
ص * هى فى سطح خطى * ح ط * د ر * لانها على * ك ل * الذى هو
فى السطح * فص * خارجة عن سطح مثلث * ح ط و * وخط * س ى
فى سطح المثلث * فص * خارجة عن خط * س ى * فالخط الذى يمر
بنقطة * س ص ى * محدب وهذا هو خيال * ح ط * نخيال * ح ط * محدب *
(ج) وخطوط * س ه * ب ه * ج ه * جميعها فى سطح مثلث * ه ا ج *
وكذا كل خط يخرج من * ه * الى نقطة * من * ا ب * وخيال كل نقطة
من * ح ط * على احد تلك الخطوط فتحديب خيال * ح ط * هو فى

سطح مثلث * ه س ى * والتحديب يلى * ه * وقد تبين ان مركز البصر اذا كان فى السطح المستوى الذى فيه تحديب الخيال والتحديب يلى البصر فانه ليس يظهر هاهنا وايضاً فان العمود الخارج من * ص * على * س ى * يكون صغير اجدا وهو ينصف * س ى * فاذا كان خط * س ى * اعظم من ضعف ذلك العمود كانت زاوية * س ص ى * منفرجة وكلما زاد خط * س ى * عظما ازدادت الزاوية انفراجا فاذا كان خط * ح ط * المبصر مقتدر الطول فان * س ى * يكون ايضاً مقتدراً و تكون زاوية * س ص ى * شديدة الانفراج فتحديب صورة * ح ط * يكون يسيرا فان ادرك البصر التحديب فانما يدركه يسيرا جدا وايضاً فان الخط الخارج من * ص * الموازى * لس ى * يقطع خطى * ه ا * ه ج * ويكون الخيال من وراء هذا الخط لان * ص * على وسط الخيال وطرفا الخيال هما * س ى * فالعمود الخارج من * ص * على * س ى * هو اعظم عمود يخرج من نقاط هذا الخيال الى * س ى * والجزء من الخيال المحدب الذى بين نقطتى * س ص * اقرب الى * س ى * من * ص * و * س ص * اقرب الى الخيال من * س ى * فالجزء من الخيال الذى بين * س ص * اقرب الى * س ص * من جميع الخيال الى خط * س ى * بكثير والجزء من الخيال الذى بين س ص * هو خيال * ح ط (١) * و * س ص * قطر الخيال وكذلك الجزء من الخيال الذى فيما بين نقطتى * ى ص * وكذا كل جزء من خيال * ح ط * وكلما كان الجزء من الخيال اصغر كان الى قطر * ه * اقرب فخيال الجزء من ح ط * يكون قريبا جدا من المستقيم الواصل بين طرفيه وتحديبه يلى جهة البصر فالتحديب لا يظهر للبصر ظهورا اينا وايضاً فلان خط * س ى *

(١) ن - ح ك *

موازٍ * لح ط * فس ى * اصغر منه لكن لا يكون صغره متفاوتا لبعد نقطة
و * عن خط * س ى * لان خطى * ح و * ط و * من وراء السهم و * ه و *
موازٍ للعمود القائم على السهم فنقطة الا لتقاء اعنى * و * تكون على بعد
من السهم و * س ى * فوق السهم * فس ى * لا ينقص عن * ح ط *
نقصانا متفاوتا ونصل * ص س * ص ى * فيحدث منها ومن * س ى *
مثلث * فس ص * ص ى * معا اعظم من * س ى * و * س ص * قطر
خيال * ح ك * و * ى ص * قطر خيال * ك ط * فقطر * ا * خيالى
قسمى * ح ط * اعظم من قطر خيال جميع * ح ط * وكذا كل نقطة تفرض
على خيال * ح ط * المحدب اذا خرج منها خطان الى نقطتى * س ى * فانهما
يكونان اعظم من * س ى * واذا كان خطا * س ص * ى ص * اعظم
من * س ى * و * س ى * اصغر من * ح ط * بقدر يسير فخطا * س ص *
ى ص * ان لم يكونا معا اعظم من * ح ط * ولا مساويين له فلا ينقصان
عنه نقصانا متفاوتا وكذا كل جزء من * ح ط * فان نسبة قطر خياله اليه
يكون اعظم من نسبة قطر خيال جميع * ح ط * الى * ح ط * واذا كانت
مرآة * ا ب * معترضة للناظر وكان * ح ط * موازيا لسهم المرآة
وخارجا عن سطح السهم ومركز البصر وكان مركز البصر مقابلا لوسط
الخط فان صورة * ح ط * المدركة فى المرآة تكون محدبة تحديبا يسيرا وربما
ظهر تحديبها اذا كان الخط قريبا جدا من سطح المرآة والخط فى سطح
مبصر مستطيل مستدق ويكون مقدار الصورة اصغر من الخط بقدر يسير
وكذلك اذا كانت المرآة منتصبة او ممتدة فى الجهة المقابلة للناظر يعنى فى
احدى جهتى السطح الخارج من مركز البصر الموازى للقاعدة وكان هذا

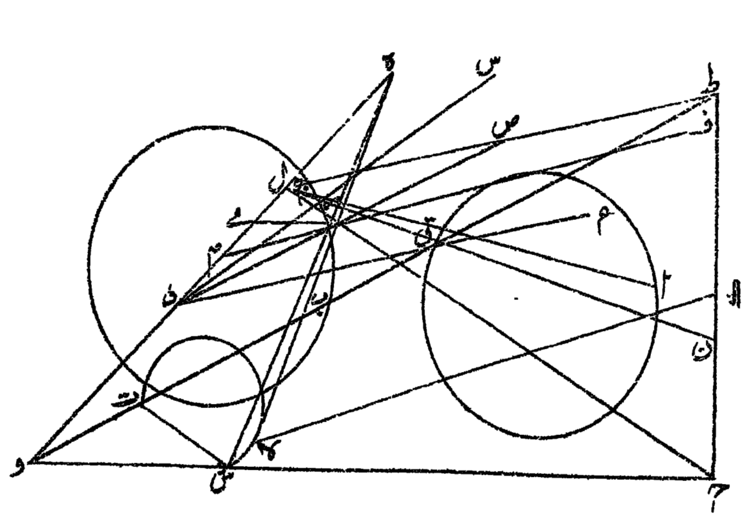
السطح يقطع طرف المرآة اويقع خارجا عنها وكان * ح ط * خارجا عن سطح السهم ومركز البصر فان تحديب خياله يكون ايسر مما كان اولا ويكون مقداره اقرب من مقدار قطره وتحديبه يلي البصر لانا اذا توهمنا * ح ط * ممتدا فى جهة القاعدة حتى يقطعه السطح الموازى على وسطه عاد الوضع والبرهان الى مثل ماتقدم ويصير * ح ط * جزأ من جميع الخط فلا يدرك البصر تحديبه و يكون قطر خياله مثله اوفى غاية القرب منه فخيال الخط المستقيم الموازى لطول المرآة فى اكثر الاحوال مستقيم اوقريب من ذالك ومساو للخط اوقريب منه وذلك ماردناه * ﴿ الشكل - ١٠٨ ﴾

المقصد الرابع

(د) فاما الخطوط المعترضة لهذه المرآة فانها بخلاف ذلك وخيالاتها على ماينته فلتكن المرآة عليها * ا ب ج * وليكن البصر * ه * وخط * ح ط * فى مبصر وليكن موازيا لعرض المرآة اعنى ان يكون عمودا على السطح المار بسهم المرآة ومركز البصر ويكون عن جنبتى السطح وليقطع الخط السطح على * ك * وليكن * ح ك * مثل * ط ك * فان كان * ح ك * فى السطح الموازى لقاعدة المرآة المار بمركز البصر فليس يدركه البصر متصلا لانه ان كان فيما بين البصر و المرآة وكان متصلا فانه يستر موضع لا نعكاس عن البصر لكثافة الجسم الذى فيه الخط وان كان الموضع المقابل للبصر من سطح المرآة منكشفا فانه يدرك كل واحد من طرفيه محدبا كما تبين فى الكرية المحدبة لان ادراكه انما يكون من محيط الدائرة الموازية للقاعدة وان كان الخط مارا بسطح البصر فان ماكان منه عن جنبتى البصر يدركه من محيط الدائرة محدبا وان كان الخط من وراء المرآة فليس يدرك البصر الا اطرافه وغير محقق كما مر فى الكرية لان المرآة تستر وسطه وان كان من وراء جسم

الناظر

الشكل ١٠٨



الناظر فلا يدرك الا اطرافه ان كان ممتد رالطول لان جسم الناظر وما يتصل به يستر وسطه فلا يدرك البصر خط * ح ط * متصلا الا اذا كان خارجا عن السطح الموازى لقاعدة المرآة المار بمركز البصر وفي الجهة التي تلي البصر من المرآة *

(ه) فليكن * ح ط * خارجا عن السطح وفي الجهة المذكورة و لتنعكس صورة * ح * الى * ه * من * ب * وصورة * ط * من * ج * و نصل ه ب * ه ج * وليكن الفصل بين سطح المرآة والسطح المار بالسهم ومركز البصر * ر ا * ولان * ح ط * خارج عن السطح الموازى للقاعدة المار بالبصر فالسطح الموازى للقاعدة المار * بح ط * موازللذى يمر بالبصر فجميع نقاط انعكاس نقاط * ح ط * الى * ه * يكون فيما بين السطحين ولان * ح ك ط * عمود على السطح المار بالسهم و بمركز البصر و * ح ك * مثل * ط ك * فبعد * ب * عن السطح المار بالسهم مثل بعد * ج * عنه فه ب * مثل * ه ج * فالدائرة الموازية لقاعدة المرآة القائمة على السطح المار بالسهم التي تمر بنقطة * ب * تمر ايضاً بنقطة * ج * و يكون العمود ان القائمان على السطحين المماسين بسطح المرآة الخارجين من نقطتي * ب ج * في سطح هذه الدائرة وقطرين لها ولتكن الدائرة * ب ر ج * ومركزها د * ونصل خطوط * ب د * ج د * ه د * ولان * د * في كل من سطحي انعكاس * ح * و * ط * الى * ه * و * ه * ايضاً فيهما * فه د * هو الفصل بين سطحي الانعكاس و * ه د * هو في السطح المار بالسهم والبصر لان ه د * هما في هذا السطح و نصل * ح ب * ط ج * ونخرج عمودي * د ب * د ج * الى * ع س * فح ب * يقطع عمود * ع ب د * و * ه ب *

ايضاً فيقطع زاوية * ه ب د * وخط * ه د * فليكن على * ل * وكذلك
تبين ان * ط ج * يقطع * ه د * ولان بعد * ب * عن السطح المار بالسهم
كبعد * ج * فزوايا الانعكاس التي عند * ب * مثل التي عند * ج * وزاوية
ب د ه * مثل * ج د ه * وزاوية * ه د ر * اصغر الزوايا التي يحيط بها * ه
د * مع جميع الخطوط الخارجة من * د * في سطح دائرة * ب ر ج *
ولان زوايا الانعكاس التي عند نقطتي * ب ج * متساوية وزاويتا * ب
د ه * ج د ه * متساويتان * فط ج * يلقي * د ه * على النقطة التي عليها تلقاه
* ح ب * اعني * ل * فمثلث * ح ل ط * متساوي الساقين ولان دائرة
ب ر ج * خارجة عن السطح الموازي المار بالبصر * فه د * خارج
عن سطح دائرة * ب ر ج * فنقطة * ل * خارجة ايضاً ونصل * ل ر *
ونخرجه في جهة * ر * الى * ن * واذا ثبتت نقطة * ل * ودائرة * ب ر ج *
في موضعهما ودار خط * ل ر ن * حول محيط * ب ر ج * حدث مخروط
رأسه * ل * وقاعدته * ب ر ج * و * ل ر ن * ينطبق في دورته على
خطي * ل ح * ل ط * فخطا * ل ح * ل ط * هما في سطح المخروط فنقطتا
* ح ط * ايضا على سطح المخروط فخط * ح ط * في داخل المخروط * و
ل ر ن * في سطح المخروط وهو في سطح المار بالسهم لان نقطتي * ل ر *
هما فيه وكذلك نقطة * ك * فيه فخط * ل ر ن * اقرب الى البصر من
ك * و * ك * من وراء * ل ه * بالقياس الى * ه * وايضاً فان زاوية * ح
ب ع * مثل * ه ب ع * فزاوية * ل ب د * اعني * ه ب ع * مثل
زاويتي * ب ه د * ب د ه * ونجعل زاوية * د ب م * مثل * ب د ه *
فب م * مثل * د م * وتبقى زاوية * م ب ل * مثل * ب ه م * فضرب

ه م * فى * م ل * كمربع * م ب * ونصل * م ر * فهو اصغر من * م ب *
(اقول) لان * م ر * اقرب الى بقية القطر المار بنقطة * م * من * م ب *
(قال) فضرب * ه م * فى * م ل * اعظم من مربع * م ر * ونجعل
ضرب * ه م * فى * م ى * مثل مربع * م ر * ونصل * ى ر * فتكون
زاوية * م ر ى * مثل * ر ه م * فزاوية * م ر ل * اعظم من * ر ه م *
ولان * م ر * اصغر من * م ب * الذى مثل * م د * فم ر * اصغر من
م د * فزاوية * د ر م * اعظم من * ر د م * فجميع زاوية * د ر ل *
اعظم من زاويتى * ر ه د * ر د ه * فزاوية * ه ر ص * اصغر من * ص
ز ن * فنجعل زاوية * ص ز ف * مثل * ه ر ص * فخط * ز ف * اقرب
الى بصر * ه * من * ر ن * فنقطة * ك * من وراء * ر ف * بالقياس
الى * ه * فلا تنعكس * ك * الى * ه * من نقطة * ر * ولا من نقطة
اقرب الى * ه * من * ر * بل من نقطة من خط * ا ر * هى ابعد عن * ه *
من * ر * وليكن * ق * وليكن خط خيال * ح ح و * فهو يلتقى * ه د *
لانه يلتقى * ب * تحت * د * فليلق * ح و * * ه د * على * و * فو * تحت
د * وفى السطح المار بالسهم وبنقطة * ه * ولان وضع نقطة * ط * من
السطح المار بالسهم وبنقطة * ه * كوضع * ح * فخط خياله ايضا يلقى
ه د * على * و * فنصل * ط ز * ولان نقطة * ح ب * ح و * فى سطح
انعكاس واحد فخط * ط ح * ح ل * ه ب * فيه ايضا فاذا خرج * ه ب *
فى جهة * ب * قطع * و ح * وليكن على * ش * وكذا يقطع * ه ج *
ط و * وليكن على * ت * فش ت * خيالا * ح ط * ونصل * ش ت *
ب ج * فب ج * فى سطح مثلث * ه ش ت * و ب ج * وتر فى دائرة

ب ر ج * و * ر * على محيط الدائرة * فز * خارجة عن مثلث * ه ب ج * و * ق * خارجة عن سطح دائرة * ب ج * لانها على خط * ا ر * وابعد عن خط * ه د * من * ر * فهي خارجة عن مثلث * ه ب ج * ونصل ه ق * فهو خارج عن المثلث وخيال * ك * هو على * ه ق * اذا امتدت في جهة * ق * وعلى العمود الخارج من نقطة * ك * على * ر ا * وليكن ك لا * فك لا * يلقى * ه ق * تحت * ا ر * فليكن على * لا * فلا * خارجة عن مثلث * ه ش ت * ومن وراء * ش ت * بالقياس الى * ه * و * لا * خيال * ك * و ش ت * خيالا * ح ط * نخيال * ح ط * خط يمر بنقطة ش * لا ت * مثل خط * ش * لات * فهو محدب تحديبه يكون ظاهرا لما بيناه في خيالات الكرية من ان البصر اذا كان خارجا عن سطح الخط المقوس فان تحديبه يكون بينا *

اعتبار

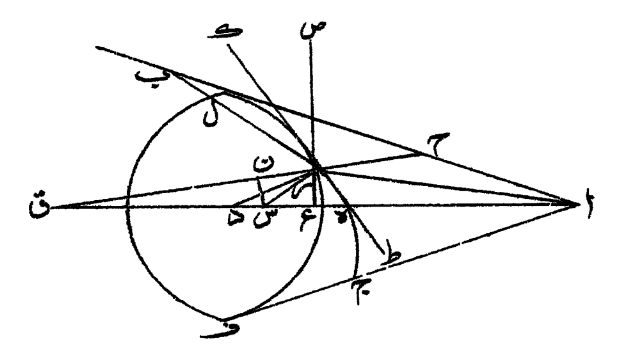
واذا اعتمد المعتبر عودا مستقيما مستدقا وعارض به المرآة وجعل طول المرآة ممتدا في الجهة المقابلة للبصر ونظر في المرآة فانه يرى صورته محدبة تحديبا ظاهرا *

(و) وايضاً فان زاوية * ب ه د * مثل زاوية * ج ه د * فمثلثا ش ه و * ت ه و * متساويان لان زاويتي * ش ه و ت ه و * متساويتان فخطا ش و * ت و * متساويان وكذلك * ح و * ط و * فش ت * يوازى ح ط * فش ت * اصغر من * ح ط * فمقطر خيال * ح ط * اصغر منه *

(الشكل - ١٠٩)

حاصل

الشكل ١٠٩



حاصل الفصل

فالخطوط المستقيمة الموازية لطول المرآة يدركها البصر فيها فى كثير من الاحوال مستقيمة او قريبا منها وكذلك الخطوط القائمة على سطحها والمائلة التى فى السطح المار بالسهم وفى كثير من الاحوال يراها محدبة تحديبا يسيرا اذا كانت خارجة عن السطح المار بالسهم وتكون مقادير اقطار الخيال قريبة من مقادير الخطوط والخطوط الموازية بعرض المرآة تكون صورها ابدا محدبة تحديبا ظاهرا واقطار صورها اصغر من الخطوط والخطوط التى فيما بين هذين الوضعين فان ما كان منها اقرب الى الخطوط الموازية للسهم يكون تحديب صورها اقل ومقاديرها اقرب الى مساواة الخطوط وما كان اقرب الى الموازية لعرضها فتحديب صورها اكثر ومقاديرها اصغر وكلما قربت الخطوط من سطح المرآة كانت اقطار خيالاتها اعظم وكلما بعدت كانت اصغر للعلة التى ذكرت فى الكرية من ان المبصر كلما قرب من سطح المرآة كان خياله اقرب اليه فتكون نسبته اليه اعظم فاذا كان المبصر المدرك فى هذه المرآة عريضا وكان طوله موازيا لطولها فان طول صورته يظهر مستقيما ولا يظهر تحديبه ولا ينقص عن طول المبصر نقصانا متفاوتا واما عرض الصورة فانه يوجد ابدا اضيق من عرض المبصر ضيقا محسوسا ويوجد فيه تحديب محسوس ولكن دون الذى يظهر فى الاجسام المستطيلة لما بيناه واذا كان المبصر مستطيلا وكان قائما على سطح المرآة متصلا بها اولا فان صورته تكون منخرطة شبيهة بما تدرك من صورته فى الكرية المحدبة لان صورة القاعدة تكون مطابقة للقاعدة ومساوية لها وصورة الطرف الا على اضيق لكون

عرضه موازيا لعرض المرآة وهو بعيد عن سطح المرآة *

تكملة

فاما الاغلاط المركبة فهى فى هذه المرايا على مثل ما هى عليه فى المسطحة والكرية المحدبة *

الفصل السادس

الفصل السادس

فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا المخروطية المحدبة عشر مقاصد *

حكم مجمل

الاغلاط التى تعرض فى هذه المرايا للانعكاس خاصة شبيهة باغلاط الاسطوانية المحدبة لافرق بينهما سوى ان الصورة فى هذه المرآة تكون منخرطة وما يلى رأس المرآة منها يكون اضيق ونبين ذلك بعد مايجب تقديمه *

مقدمة

مقدمة

كل قطع من قطوع المرآة المخروطية المحدبة القائمة اذا خرج فى سطحه عمود قائم على السطح المماس للمخروط على نقطة الانعكاس و خرج فى سطحه ايضا خط آخر قائم على خط مماس لمحيط القطع على نقطة ابعد عن رأس المخروط من نقطة الانعكاس فان العمود الثانى اذا خرج على استقامة لقى العمود الاول على نقطة تحت التى على السهم فلتكن المرآة عليها * ا ب ج ورأسها * ا * وليقطع فيها من القطوع التى تنعكس الصور عن محيطها قطع ب ه ج * ولتكن نقطة الانعكاس * ه * و العمود الخارج من نقطة الانعكاس فى سطح القطع * ه د * ود * التى على السهم وليماس خط * طرك القطع على نقطة * ر * وليكن * ر * ابعد عن * ا * من * ه * ونجيز على * ر

سطحا

سطحا يوازى القاعدة ولتحدث دائرة * ل رف * فهى تقطع قطع * ب ه ج
ونصل * د ر * ار * ا ه * ونخرج * ا ه * حتى يلقى محيط الدائرة على * ع *
فيكون * ع * ابعد عن * ا * من * ه * فاذا خرج من * ع * عمود على السطح
المماس للمخروط المار بخط * ا ع * لقى السهم من وراء * د * فليكن على * ق *
ونصل * ق ر * فيكون عمودا على السطح المماس المار بخط * ا ر * وخط * ك
ر * فى هذا السطح فزاوية * ق ر ك * قائمة ونخرج من * ر * الفصل بين سطح
الدائرة و السطح المماس المار * بار * وليكن * زص * وليكن مركز الدائرة
س * ونصل * س ر * فزاوية * س ر ص * قائمة ونخرج من * س * فى سطح
الدائرة عمود * س ن * على * س ر * فس ن * يوازى * ر ص * و * س ن * عمود
على سطح * ا ز س * لكون زاويتى * ن س ر * ن س ا * قائمتين * فن س * عمود
على سطح * ا ر ك * فرص * الموازى * لن س * عمود على سطح * ا ر ق *
فر ك * مائل على السطح ونخرج من نقطة * ر * فى سطح القطع عمودا على
ر ك * وليكن * ر ح * ولان * د * فى سطح القطع وليس فى سطحه من
السهم سوى * د * فق * خارجة عن سطحه و * د ر * فى سطحه * فر ق *
خارج عن سطحه و * ز ح * فى سطحه * فر ق * يقطع * ر ح * فر ق *
ر ح * فى سطح غير سطحه قاطع له على * ر ح * فر د * خارج عن سطح
ق ر * ر ح * و * ز ك * عمود على * ر ق * لان * ز ق * عمود على السطح
المماس على * ر * وكذا * ر ك * عمود على * ر ح * فر ك * عمود على
سطح * ح ر * ر ق * ولان سطح * ق ر ح * يقطع سطح * ا ر ق * على
ر ق * وخط * ك ر ط * على * ر * ونقطتا * د ك * عن جنبتى سطح * ح
ر ق * فسطح * ح ر ق * يقطع سطح * ك ر ر د (١) * والفصل بينهما هو

---

(١) ن - ك ز ز ا ☆

فى سطح * ح ر ق * فهو يحيط مع * ر ك * بقائمة لان * ر ك * عمود على سطح * ح ر ق * والفصل متوسط بين خطى * ك ز * ز د * فزاوية * ك ر د * منفرجة و * ح ر * هو فى سطح * د ز * ر ك * اعنى سطح القطع وعمود على * رك * فاذا اخرج فى جهة * ر * قطع زاوية * د ز ك * ويلقى * ه د * لما تبين فى شكل (يط) من المقالة الخامسة من فصل الخيال فيلقاه تحت نقطة * د * وذلك ما اردناه ﴿ الشكل - ١١٠ ﴾

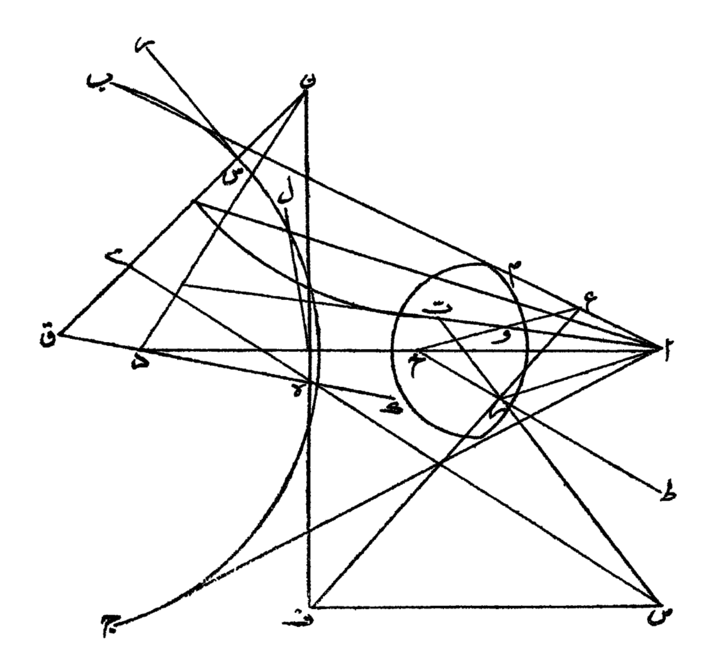
المقصد الاول

(ا) واذا تبين ذلك فنقول ان الخطوط المستقيمة المارة برأس هذه المرآة المائلة على سهمها اذا ادركها البصر فيها فان صورتها تكون محدبة تحديبا يسيرا فلتكن المرآة * ا ب ج * ورأسها * ا * وسهمها * ا د * ونخرج فى سطحها خط * ا ر * كيف اتفق ونجيز على * ز * سطحا موازيا للقاعدة فتحدث دائرة ولتكن * ز * و نخرج من نقطة * ر * عمود * ر ح * على ا د * و ليكن * ح * على السهم و نخرج من * ر * ر م * مماسا للدائرة ونخرج من * ا * خطا يحيط مع كل واحد من خطى * ا ز * ا ح * بزاوية حادة ويكون مرتفعا عن السطح المماس المار * با ر * وليكن * ا ع *

(اقول) وطريقه ان نقيم على نقطة * ا * من * ا د * عمودا على السهم فى سطح * ا ر ح * ولنفرضه * ا ز * ثم نميله فى ذلك السطح بمينه على * ا د * نحو * ح * بحيث يبقى مرتفعا عن السطح المماس على * ا ر * فتصير الزاويتان اللتان يحيط بهما خطا * ا ح * ا ر * مع * ا ر * حادتين ثم نثبت خط * ا ح * و ندير عليه سطح * ع ا ح * قدرا لا تصير له زاوية * ر ا ح * قائمة ولينته عند وضع * ع ا ح * المرسوم فتكون الزاويتان حادتين * و ا ع * مرتفعا *

(قال)

الشكل ١١٠



(قال) ونخرج من نقطة * ح * في سطح * ح ا ع * خطا يحيط مع * ح ا * في جهة * ا * بزاوية مثل * ر ح ا * فيلقى * ا ع * لان الزاويتين اللتين عند ا ح * حادتان وليكن على * ع * فيمر بمحيط دائرة * ر * ولان زاوية اح ر * مثل * اح ع * فليكن بنقطة * ز * ونخرج * اع * على استقامة ونخرج عمود * ح ر * الى * ط * ونصل * ع ر * ونخرجه الى * ف * ونخرج * ا ز * الى * ه * فلان * ع ر * يقطع السطح المماس المار * با ز * فر ف * تحت الفصل بين سطح * ع زه * والسطح المماس والفصل يحيط مع ر ح * بقائمة فزاوية * ع ر ح * منفرجة فزاوية * ف ر ح * حادة فزاوية ف ر ه * حادة *

(اقول) هذه الملازمة غير بينة لكن زاوية * ع زا * حادة لان خط ع ز * لو كان في سطح دائرة * ر و * مثل * م ز * لكانت حادة فلما كانت ع * خارجة عن سطح الدائرة في جهة * ا * كانت * ع ر ا * حادة فف ر ه * حادة *

(قال) فنفرض على خط * ر ف * نقطة * ف * كيف اتفقت ونخرج من ف * عمود * ف ه * على * ا ه * ونخرجه فيلقى * ا ع * لان زاوية ع اه * حادة فليلقه على * ن * و نخرج من * ه * ه د * موازيا * ل ر ح * فه د * ايضا عمود على السطح المماس المار * باه * ونخرج من * ه * ه ل * موازيا لز م * ونخرج سطح * ل ه * ه د * (١) فهو يحدث قطعا لان السطح مائل على السهم وليكن قطع * ب ه ج * فلان * م ر * عمود على سطح * ا ر ح * فل ه * عمود على سطح * ا ه د * فزاوية * اه ل * قائمة وزاويتا * اه ن * اه د * قائمتان فخطوط * ل ه * ن ه * د ه * في سطح واحد هو سطح القطع

---

(١) زيادة من ليدن موازيا * لزم * ونخرج سطح * ل ه * ه د *

فكذا خط * ف ه ن * ونخرج من * ف * ف ص * موازيا * لـ ه
فيوازى * ح ر * ونخرج من * ر * فى سطح * ع ح * خطا يحيط مع
ر ط * بزاوية مثل * ع ر ط * فيلقى * ف ص * وليكن على * ص *
فتكون الزاويتان اللتان عند نقطتى * ف ص * متساويتين لمساواتهما للتين
عند * ر * فص ر * ف ر * متساويان وقد مر ان * ف ه ن * فى سطح
القطع و * ف ص * يوازى * ه د * فهو فى سطح القطع ونصل * ص ه *
فيكون فيه ايضا ونخرج * د ه * الى * ك * فلان * ه ا * عمود على سطح
القطع فكل من زاويتى * ا ه ص * ا ه ف * قائمة و * ص ر * ف ز *
متساويان * فص ه * ف ه * متساويان فزاويتا * ه ص ف * ه ف ص *
متساويتان فزاويتا * ص ه ك * ن ه ك * متساويتان فصورة * ن * تنعكس
الى * ص * من * ه * وصورة * ع * من * ر * وكل خط يخرج من
ف * الى نقطة من خط * ا ن * فانه يقطع * ا ه * ويتبين ان الواصل
بين * ص * ونقطة التقاطع مثل الواصل بين * ف * وبينها * لان * ا ه *
عمود على سطح * ص ه * ف ه * اعنى سطح القطع وخط * ص ه * ف ه *
متساويان فكل خطين يخرجان من ص ف * الى نقطة من * ا ه * فهما
متساويان فيتبين ان النقطة التى على * ان * تنعكس صورتها الى * ص *
من تلك النقطة التى على * ا ه * وكذلك حال كل نقطة من التى على * ا ن *
من وراء * ن *

حاصل

فقد تبين ان خط * ا ن * ومايتصل به تنعكس صورته عن هذه المرآة الى
نقطة * ص * من خط مستقيم وكذا كل خط مستقيم مائل على سطح المرآة

مار * با *
(اقول) وكذا كل خط يوازى الخط المائل المار براْ سها وبالجملة كل خط يكون مع السهم فى سطح واحد *

(قال - ب) ونصل * ن د * فيقطع محيط القطع وليكن على * س * وخط ن د * فى سطح مثلث * اع ح * فنقطة * س * فى سطح المثلث فنقط * ا * و * س * فى سطح المثلث وهى فى سطح المخروط فهى على الفصل بينهما وهو خط مستقيم فنخرج * ا و * فينتهى الى * س * ونخرج * ص ر * فيقطع * ع ح * وليكن على * ت * فنقطة * ت * فى سطح مثلث * اع ح * فنصل * ا ت * ونخرجه حتى يقطع * ن د * وليكن على * خ * فلان ف * تحت المماس المار بخط * ا ر ه * يكون * ن ه د * حادة و * د ه ن * منفرجة فزاوية * ه د س * حادة وليكن * س ر * مماس القطع فتكون زاوية * د س ر * منفرجة بالشكل المتقدم ويكون العمود الخارج من س * على * س ر * ملاقيا * له د * تحت * د * واذا كان هذا العمود يقطع ن د * على * س * فالعمود الخارج من * ن * على الخط المماس للقطع يقطع القطع على نقطة ابعد عن * ه * من * س * لان هذه الاعمدة تلتقى من وراء محيط القطع فالعمود الخارج من نقطة * ن * على الخط المماس للقطع لا يقطع زاوية * س ن ه * فيكون ابعد عن * ن ه * من * ن س * فليكن * ن ق * وليكن * ق * على * ه د * ولان * ص ه * يقطع * ه ق * ومحيط القطع وهو فى سطح القطع وعمود * ن ق * فيه ايضاً فاذا اخرج ص ه * قطع * ن ق * وليكن على * ى * وسطح * ا ن د * يقطع القطع لان نقطة * ه * خارجة عن سطح * ا ن د * لكون * ا ه * عمودا على سطح

القطع * ف ن د * هو الفصل بين سطح * ا ن د * والقطع و * ف ق(١) * يلقى القطع على نقطة من وراء * س * فن ق * من وراء سطح * ا ن د * فنقطة ى * من وراء خط * ا ت خ * فاذا كان البصر حيث * ص * وكان * ا ع ن * في مبصر كانت * ت * خيال * ع * و * ى * خيال * ن * و * ا * ترى في موضعها لانها رأس المخروط وكان خيال * ا * ع ن * خطا يمر بنقطة ا * ت ى * ويكون محدبا وليكن خط * ا ت ى *

القصد الثالث

(ج) واذا تبين ان جميع نقاط * ان * تنعكس صورها الى * ص * من خط * ا ه * فخطوط الشعاع التي عليها تنعكس صور نقاط * ا ن * جميعها في سطح مثلث * ص ره * وما يتصل به فخط * ا ت ى * المحدب هو في هذا السطح ونصل * اى * فيكون * ا ى * من وراء * ا ت * بالقياس الى البصر فحدبة الخيال تلي البصر فيكون تحديب الخيال المذكور يسيراً وقطره اصغر من الخط بمقدار يسير * ﴿ الشكل - ١١١ ﴾

﴿ الحاصل ﴾

فالخطوط المستقيمة الخارجة من رأس المخروطية المائلة على السهم يكون انعكاس صورها عن خطوط مستقيمة وخيالا تها محدبة تحديبا يسيرا وذلك ما اردناه *

القصد الرابع

(د) واما الخطوط الموازية لعرض المرآة المخروطية المحدبة فان صورها تنعكس عن خطوط محدبة في سطح المرآة يتبين ذلك كما تبين في الاسطوانية المحدبة *

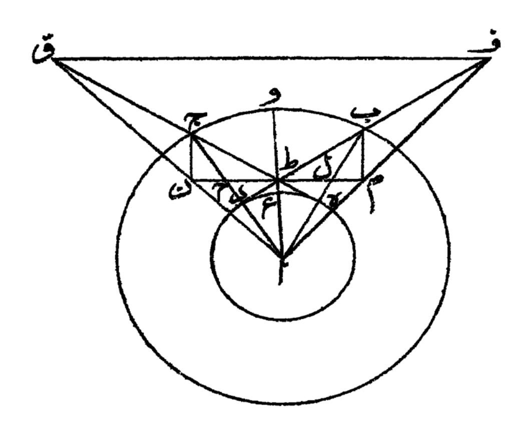
القصد الخامس

(ه) وخيالاتها تكون محدبة تحديبا محسوسا مفرطا لكون البصر خارجا عن السطوح التي فيها تحديباتها *

---

(١) ن - نق *

٢الشكل ع١١١



(و) واقطار الخيالات اصغر بكثير من الخطوط *

(ز) وما كان من الخطوط فما بين الوضعين مما قرب وضعه من وضع الخطوط الطولية يكون يسير التحديب و بحسب بعد الوضع عن الوضع يتزايد شدة التحديب *

(ح) والخطوط المعترضة ماكان منها اقرب من رأس المخروط فان صورته اضيق واصغر و اشد تحديبا والتى تلى القاعدة بخلاف ذلك لما تبين فى خيالات الكرية المحدبة وكذا القطوع ماكان منها يلى رأس المخروط فانه يكون اصغر واضيق فتكون الخيالات اصغر فلذلك تكون الصور المدركة فى المرآة منخرطة ماكان منها يلى رأس المرآة فانه يكون اضيق و يكون تحديب عرض الصورة محسوسا الا ان المبصر ان كان مستطيلا كان التحديب اظهر وان كان عريضا كان التحديب اخفى والانخراط ظاهرا *

(ط) وكلما قرب المبصر من المرآة عظمت صورته لما تبين قبل ان المبصر اذا قرب من المرآة عظم خياله واذا بعد صغر *

حاصل الفصل

فقد صح ان اغلاط هذه المرايا تزيد على اغلاط الاسطوانية المحدبة بهذا المعنى فقط وهو انخراط الصورة واستدقاقه نحو رأس المخروط *

(ى) وبالجملة فان صورة المبصر المدرك بالانعكاس يكون فيها ابدا شبه من صورة سطح المرآة الذى عنه انعكست الصورة لان موضع الخيال يتقوم ابدا من هيئة سطح المرآة و موضع التقاء الاعمدة فلهيئة السطح ابدا حظ فى صورة المبصر *

القصد السادس
القصد السابع
القصد الثامن
القصد التاسع
القصد العاشر

تكملة

واما الاغلاط المركبة فكماهى فى المرايا المتقدمة *

الفصل السابع

في الاغلاط التى تعرض فى المرايا الكرية المقعرة عشرة مقاصد

قول مجمل

جميع الاغلاط التى تعرض فى المرايا السابقة تعرض فى هذه المرآة وتخص هى باغلاط اخر وذلك ان مقدار المبصر فى المرايا المحدبة يدرك اصغر مما هو فى اكثر الاحوال وفى الكرية المقعرة كثيرا مايدرك اصغر و مساويا واعظم والمبصر الواحد يرى فى المرايا السابقة ابدا واحدا وفى هذه المرآة يرى واحدا واثنين وثلثة واربعة وكذلك ترتيب اجزاء المبصر يدرك فى السابقة على ماهو عليه وفى هذه بخلاف ذلك فى كثير من الاوضاع وهذان المعنيان اعنى ادراك المبصر الواحد واحدا وترتيب اجزاء المبصر مما يقع الغلط فيه فى المقعرة دون المسطحة والمحدبة فلنبين جميع ذلك .. اما العدد فقد تبين في فصل الخيال انه كيف يقع فيه الغلط وكيف يرى الواحد اثنين اوثلثة اواربعة واما ترتيب الاجزاء فالغلط فيه وجوه منها ماتبين فى فصل الخيال ايضا ان صورة النقطة الواحدة قد تنعكس من محيط دائرة وان المبصرات التى خيا لاتها من وراء البصر او حيث مركز البصر او بعضها من وراء البصر او حيث مركز البصر و بعضها قدام البصر تظهر مشتبهة غير محققة فليس ترتيب اجزاء صورها كترتيب اجزاء انفسها واذا اعتبر هذا المعنى وجد كما ذكرنا فقد بقى ان نبين ان المبصر فى هذه المرآة قد يكون اعظم ومساويا و اصغر ومنكوسا ومنتصبا وقد يدرك المستقيم مقعرا او محدبا و مستقيما و المحدب والمقعر

ايضا

ايضاشبيها به بخلاف ماهو *

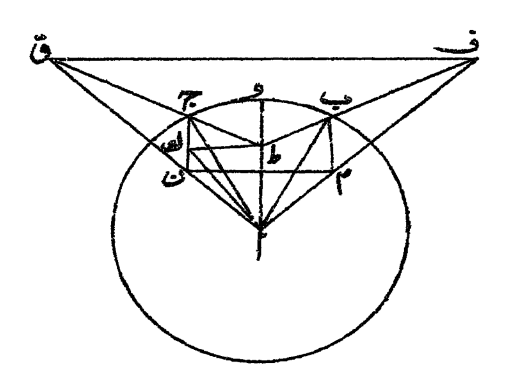
(١) فلتكن مرآة كرية مقعرة مركزها * ا * و عليها عظيمة * ب ج * ونخرج فيها * ا د * كيف اتفق و ننصفه على * ع * و نجعل * ا * مركزاً ونبعد * ا ع * دائرة * ه ر * و نفرض على * ع و * نقطة * ط * كيف اتفقت و نخرج من * ط * عمود * ط م ن * على * ا و * ونخرج من ط * ط ه * ط ر * مماسان الدائرة على * ه ر * ونصل * ا ه * ا ر * وننفذهما الى * ب ج * ونصل * ط ب * ط ج * ونخرج * ب م * يوازى * ا ط و * ج ن * كذلك ونصل * ا م * ان * ونخرجها فلان * ا ع * مثل * ع و يكون * ا ه * مثل * ه ب * و * ار * مثل * ر ج * ولان * ط ه * مماس * فهو عمود على * ب ا * وكذلك * ط ر * على * ج ا * فب ط * مثل * ط ا * وكذلك * ج ط * مثل * ط ا * وزاوية * ط ب ا * مثل * ط ا ب * و * ط ج ا * مثل * ط ا ج * ولان * ب م * يوازى * ا ط * فزاوية * م ب ا مثل * ب ا ط * فزاوية * م ب ل * مثل * ل ب ط * و كذلك زاوية ط ج ح * مثل * ح ج ن * فاذا كان البصر حيث نقطة * ط * وكان خط * م ن في مبصر فان صورتى * م ن * تنعكسان اليه من نقطتى * ب ج * وصورة خط * م ن * من قوس * ب ج * ولان * م ن * عمود على * ا ط * فزاوية ا ل ط * حادة فزاوية * ب ل ط * منفرجة و زاوية * م ب ل * مثل ل ب ط * فط ب * اعظم من * ب م * فا ط * اعظم من * ب م * وهما متوازيان فخطا * ط ب * ا م * يلتقيان وليكن على * ف * فنقطة * ف خيال * م * وكذلك تبين ان * ط ج * ان * يلتقيان وليكن على * ق * ويكون * ق * خيال * ن * ونصل * ف ق * فيكون خيال * م ن * فلان

المقصد الاول

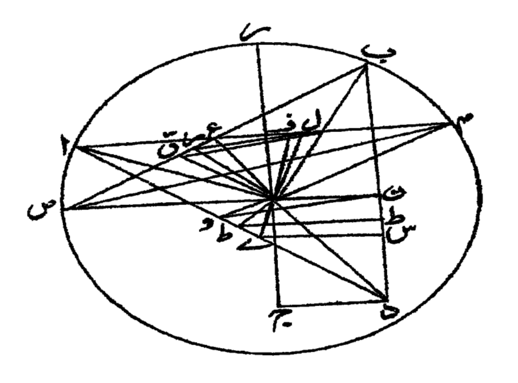
ط ه * ط ر * متساويان فزاوية * ط اب * مثل * ط اج * و * ب م * مثل ج ن * فطب * مثل * طج * و * ام * مثل * ان * و نسبة * اف (١) الى * ف م * كنسبة * اط * الى * ب م * ونسبة * اق * الى * ق ن * كنسبة اط * الى * ج ن * اى * بم * فنسبة * اف * الى * فم * كنسبة * اق الى * ق ن * و * ام * مثل * ان * فاف * مثل * اق * فخط * ف ق * موازلم ن * فف ق * اعظم من * م ن * فالبصر يدرك * م ن * اعظم و ذلك ما اردناه ﴿ الشكل - ١١٢ ﴾ ولنعمد دائرة * ب ج * وخطوط اط * و اب * اج * ط ب * ط ج * و نخرج من * ط * عمود * ط ك على سطح دائرة * ب ج * ونصل * خطوط * ك ا * ك ب * ك ج * فيكون سطحا * ك ب ا * ك ج ا * من سطوح الانعكاس والفصلان بينهما وبين الكرة عظيمتين تنعكس الصور عن محيطهما ونخرج * ب م * في سطح * ب ا ك موازيا * لا ك * ونجعله اصغر من * ا ك * ونصل * ام * ونخرجه ونخرج ك ب * فهما يلتقيان وليكن على * ف * ونخرج * ج ن * في سطح * ج ا ك موازيا * للك ا * ومساويا * لب م * و نصل * ان * و نخرجه و نخرج ك ج * فهما يلتقيان وليكن على * ق * ونصل * م ن * ف ق * فلان * ب ط مثل * ط ا * فب ك * مثل * ك ا * و كذلك * ج ك * مثل * ك ا * فب ك (٢) * مثل * ج ك * وزاوية * ك ب ا * مثل * ك ج ا * و * ك اب مثل * ك ب ا * و * ك ج ا * مثل * ك اج * فزاوية * اب م * مثل اب ك * و * اج ن * مثل * اج ك * و * اب م * مثل * اج ن * و * ب م * مثل * ج ن * فام * مثل * ان * فاف * مثل * اق * فخطا * ف ق م ن * متوازيان * فف ق * اعظم من * م ن * فاذا كان البصر حيث نقطة

(١) ن - اط * (٢) ن - فن ك *

الشكل ١١٣



٢ الشكل ع١١٣



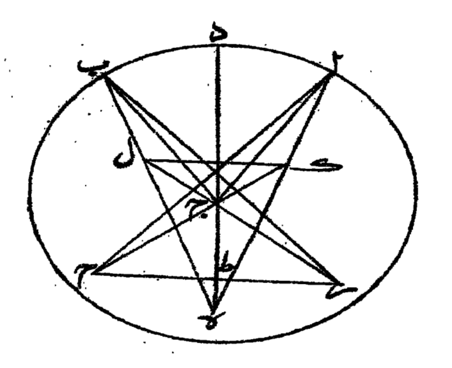
لـ * وادرك * م ن * فى المرآة فان صورتى * م ن * تنعكسان اليه من نقطتى * ب ج * فى سطحى العظيمتين المارتين بنقطة * ا ب لـ * و نقطة اج لـ * ويكون * ف * خيال * م * و * ق * خيال * ن * و * ف ق * خيال * م ن * فيدرك * م ن * اعظم مما هو وذلك ما اردناه ﴿ الشكل - ١١٣ ﴾
و اذا اثبتنا خط * ا و * و ادرنا جميع الشكل دورة تامة رسمت نقطة ك * دائرة قائمة على * ا و * و تكون كل نقطة من تلك الدائرة وضعها عند خط نظير * لم ن * كوضع * لـ * من * م ن * فاذا كان البصر حيث تلك النقطة فانه يدرك النظير اعظم و كذلك ان اخرجنا * ط لـ وفرضنا عليه نقطة غير * لـ * فان الخط النظيرى اعظم وذلك ما اردناه *
(ب) ولتكن المرآة عليها * اب * ومركزها * ه * ولتكن دائرة * ا ب * عظيمة فيها ونخرج من * ه * فى سطح الدائرة خط * ر ه * كيف اتفق وننفذ * ه * الى * ج * ونخرج من * ج * عمود * ج د * على سطح الدائرة ونفرض عليه * د * كيف اتفق و نصل * د ه * ونخرجه الى * ع * ونخرج * ه ب * يحيط مع * ه د * بزاوية منفرجة و نخرج * ه ا * يحيط مع * ه د * بزاوية مثل * ب ه د * ونصل * د ا * د ب * فيكون سطحا مثلثى * د ا ه * د ب ه * متقاطعين على * د ه * وزاويتا * د ب ه * د ا ه * متساويتين وكل منهما حادة ونخرج من * ب * خط * ب ع * فى سطح مثلث * ب ه د * يحيط مع * ه ب * بزاوية مثل * د ب ه * فهو يلقى * د ه * لان الزاويتين اللتين عند * ب ه * حادتان وليكن على * ع * ونخرج ايضا من * ا * خطا فى سطح مثلث * ا ه د * يحيط مع ه ا * بزاوية * مثل * د ا ه * فهو يلقى خط * د ه * و * على نقطة * ع * ونخرج

الفصل الثانى

عمود * ه ط * على * ه ب * ونخرجه فى جهة * ه * فهو يلقى * ب ع *
وليكن على * ح * فط ه * مثل * ه ح * وكذا نخرج * ه لـ * عمودا على
ه ا * ونخرجه فى جهة * ه * فهو يلقى * ا ع * وليكن على * ل * فلـ ه *
مثل * ه ل * ونصل * ط لـ * ل ح * فيكونان متساويين فاذا كان
البصر حيث * د * وادرك * ل ح * فى مرآة * ا ب * كان * ط * خيال
ح * و * لـ * خيال * ل * و ط لـ * قطر خيال * ل ح * وهو مساوله واذا
اثبتنا خط * ج ر * وادرنا جميع الشكل رسمت * د * دائرة وتكون
كل نقطة من محيطها اذا جعل البصر عليها امكنه ان يدرك نظير الخط
ل ح * ويكون خياله مثله وكذلك ان جعل البصر على * ع * والمبصر
لـ ط * د * لكن البصر اذا كان حيث * د * والمبصر * ل ح * كان الخيال
منكوسا ان كانت * ح * متيامنة * فط * تكون متياسرة وبالعكس وان
كانت * ح ا * على الخط كانت * ط * اسفل الخط * ه * واذا كان المبصر
ط لـ * والبصر * ع * والخيال * ل ح * كانت الصورة مستوية لان
خيال * ل ح * يكون خلف البصر ويدركه البصر قدام كما تبين فى فصل
الخيال فيدرك * ح * التى هى خيال * ط * على خط * ب ع * و * ل *
التى هى خيال * لـ * على * ا ع *

(ج) وايضا فانا نخرج * ب ح * الى * ص * ونصل * ص ه * فزاوية
ص ه ب * منفرجة ونخرج * ص ه * الى * ن * فص ب * اعظم من
ب ن * ونسبة * ص ب * الى * ب ن * كنسبة * ص ه * الى * ه ن *
فص ه * اعظم من * ه ن * ونخرج * ا ل * فى جهة * ل * ونجعل * ام *
مثل * ب ص * ونصل * م ه * وننفذ * ه * الى * و * فيكون * م ه *

الشكل ١١٤



اعظم من * ه و * ونصل * م ص * ن و * فيكون * م ص * اعظم من
ن و * فاذا كان البصر حيث * د و * ادرك * م ص * كان * ن و *
قطر خيال * م ص * واصغر من * م ص * واذا كان البصر حيث * ح *
وادرك * ن و * كان * م ص * خياله واعظم منه واذا كان البصر * م ص *
والخيال * ن و * كان الخيال منكوسا واذا كان المبصر * ن و * والخيال
م ص * كان مستويا ﴿ الشكل - ١١٤ ﴾

الفصل الرابع

(د) وايضا فانا نفرض على خط * ع ح * نقطة * ق * ونصل * ق ه *
وننفذه الى * س * ونجعل * ع ف * مثل * ع ق * ونصل * ف ه *
وننفذه الى * ى * فيكون خطا * س ه * ى ه * اعظم من خطى * ف ه *
ق ه * و * س ى * اعظم من * ف ق * فاذا كان البصر حيث * ع *
وادرك * س ى * كان * ف ق * خياله وهو اصغر منه وترى * ف ق *
على خط * ا ع ب * فتكون الصورة قدام البصر ومستوية
واذا كان البصر حيث * د * وادرك * ف ق * كان * س ى *
خياله وهو اعظم منه * وكانت الصورة قدام البصر ومنكوسة
وذلك ما اردناه *

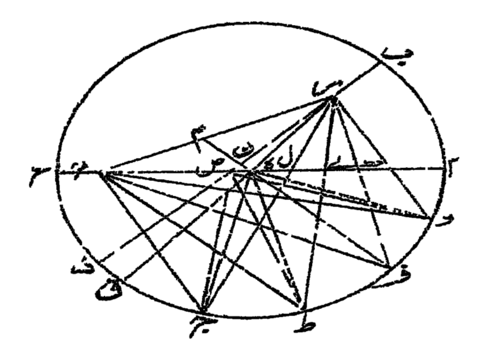
الفصل الخامس

(ه) وايضا فلتكن مرآة كرية مقعرة عليها * ا ب * ومركزها * ج *
وعليها عظيمة * ا ب * ونخرج فيها قطر * ج د * كيف اتفق وننفذه
فى جهة * ج * الى * ه * وليكن مركز البصر حيث * ه * و * ط * على
سطح البصر ونخرج عمود * ر ط ه * على * د ه * ونجعل * ر ط * مثل
ط ع * وليدرك بصر * ه * نقطة * ح * من * ا * فتكون نقطتا * ا ح *
عن جنبتى * د ه * لانهما لو كانتا فى جهة واحدة عنه كان الخط الخارج من

مركز المرآة الى نقطة * ا * لايقسم الزاوية التى يحيط بها خطا الشعاع
و نصل * ه ا * ح ا * ج ا * ح ج * و نخرج * ح ج * الى * ك *
فالزاويتان اللتان عند * ا * متساويتان و * ك * خيال * ح * ونجعل قوس
ب د * مثل * د ا * و نصل * ه ب * ر ب * ج ب * ر ج * و نخرج
ر ج * الى * ل * فالزاويتان اللتان عند * ب * متساويتان و بصر * ه *
يدرك * ر * من * ب * و * ل * خيال * ر * و نصل * ك ل * فيكون
خيال * رح * ولان خطى * ه ا * ا ح * مثل خطى * ه ب * ب ر *
و الزاويتان اللتان عند * ا * كاللتين عند * ب * و * ح ج * مثل * رح *
نخطا * ا ج * ج ح * كخطى * ب ج * ج ز * و * ا ح * مثل * ب ر *
والمثلث كالمثلث فزاوية * اح ك * مثل * ب ر ل * وزاوية * ح ا ك *
مثل * ر ب ل * فح ك * مثل * ر ل * و * ح ج * مثل * ر ج *
فج ك * مثل * ج ل * فك ل * موازٍ * لرح * وايضا فان زاوية * ح ج د *
منفرجة فزاوية * ح ج ا * منفرجة واللتان عند * ا * متساويتان * فح ج *
اعظم من * ج ك * وكذلك * رح * اعظم من * ج ل * فك ل * اصغر من * رح *
فرح * يرى اصغر مما هو وهو فى سطح وجه الناظر واذا اثبتنا خط * ه د *
وادرنا دائرة * ا د ب * حدث من خط * رح * دائرة وكذلك من
نقطتى * اب * فى سطح المرآة وكان وضع بصر * ه * من جميع اقطار الدائرة
الحادثة من * ر ج * و من كل قوس نظيرة * لا ب * من القطعة التى تفصلها
الدائرة الحادثة من * ا ب * سواءً فكل قطر من اقطار سطح وجه
الناظر يدركه بصر * ه * اصغر مما هو فالناظر يدرك صورته اصغر
مما هى ولان * ك * خيال * ح * و * ل * خيال * ز * فيكون الخيال

منكوسا

الشكل ١١٥



منكوسا فالناظر يدرك المتيامن من صورته متياسر اوالمتعالى متسافلا وكذ لك كلما كان مركز المرآة متوسطا بين البصر و سطحها و ذ لك ما اردناه * ﴿ الشكل - ١١٥ ﴾

تنبيه

ولما كان لبعض المبصرات فى هذه المرآة خيال واحد ولبعضها خيالان وثلثة ولربعة فقد تكون للمبصر الواحد خيالات بعضها اعظم منه و بعضها اصغر و بعضها مسا و وبعضها منكوس وبعضها مستو *

(و) وايضاً فلتكن المرآة عليها * ا ب * وفيها عظيمة * ا ب د * والمركز * ه * ونخرج فيها قطرى * ا ع * ب د * كيف كانا ولتكن المرآة لاتجاوز قوس * ب ا د ع * وتفرض على * ب * ه ر * كيف اتفقت و على * ا * ه ك * وليكن * ا ك * اعظم من * ك ه * ونصل * ر ك * وننفذه الى * ف * ونصل * ه ف * ونجعل زاوية * ف ه ح * مثل * ه ف ر * فلان * ف ك * اعظم من * ك ا * فف ك * اعظم من * ك ه * فزاوية * ف ك ه * اعظم من * ه ف ك * اى * ه ف ح * فف ح * يلقى * ك ح * فليكن على * ح * نخطا * ر ف * ف ح * متعاكسان * و ك * خيال * ح * اذا كان البصر حيث * ر * ونخرج خط * ر ل ج * بين خطى * ر ف * ر د * كيف اتفق ونصل * ه ج * ح ج * رح * ونخرج * ف ه * الى * م * فنسبة * ر م * الى * م ح * كنسبة * ر ف * الى * ف ح * و * ر ح * اعظم من * ر ف * و * ج ح * اصغر من * ح ف * فنسبة * ر ج (١) * الى * ج ح * اعظم من نسبة * ر ف * الى * ف ح * فهى اعظم من نسبة * ر م * الى * م ح * فالخط الذى ينصف زاوية * ر ج ح * يقطع خطى * م ح *

---

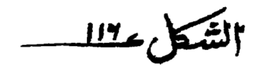
(١) ن -- * ر ح *

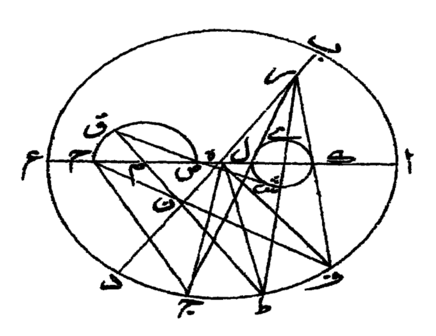
ه ح * فزاوية * ح ج ه * اعظم من زاوية * ه ج ر * فنجعل زاوية * ه ج ص * مثل * ه ج ر * فج ص * يقطع * ه ح * وليكن على * ص * فخطا ر ج * ج ص * ايضاً متعاكسان ونقطة * ل * خيال * ص *

(فاقول) ان كل نقطة من * ح ص * تنعكس صورتها الى بصر * ر * من نقطة من قوس * ف ج * ولا تنعكس من غيرها وذلك لما تبين في الشكل السادس والعشرين والسابع والعشرين من فصل الخيال ان صورة شيء من * ه ع * لا تنعكس الى بصر * ر * من قوسي * ا ب * د ع * وقوس ب ع * ليست من المرآة فلا يبقى الا قوس * ا د * وقد تبين في الشكل الرابع والثلثين منه ان صورة كل نقطة من * ه ع * وما يتصل به تنعكس الى ر * من قوس * ا د * على تصاريف الاحوال وفي الشكل الثاني والخامس والثلثين انه ليست تنعكس صورة النقطة الواحدة من خط * ح ص * الى بصر * ر * من قوس * ا د * الا من نقطة واحدة فصورة كل نقطة من خط ح ص * تنعكس الى بصر * ر * على تصاريف الاحوال من نقطة واحدة من قوس * ا د * ونفرض على * ح ص * نقطة * س * فصورة * س * تنعكس الى * ر * من نقطة واحدة من قوس * ا د * ﴿الشكل - ١١٦﴾

(فاقول) ان تلك النقطة ليست تكون الا من قوس * ف ج * والا فلتكن مثل * و * التي على قوس * ا ف * ونصل * ر و * ه و * س و * ح و * فيكون * ح و * اعظم من * ح ف * ط ر * و اصغر من * ر ف * فنسبة ح و * الى * و ر * اعظم من نسبة * ح ف * الى * ف ب * اعني * ح م * الى * م ر * فالخط الذي ينصف زاوية * ح و ر * يقطع * ر م * و * ر ه * فزاوية * ح و ه * اصغر من * ه و ر * فزاوية * س و ه * اصغر بكثير من

ه و


الشكل ٢-١١٦


ب
ز
ق
ح
ع
ا
ك
ل
ه
ص
م
ش
ن
د
ج
ط
ف

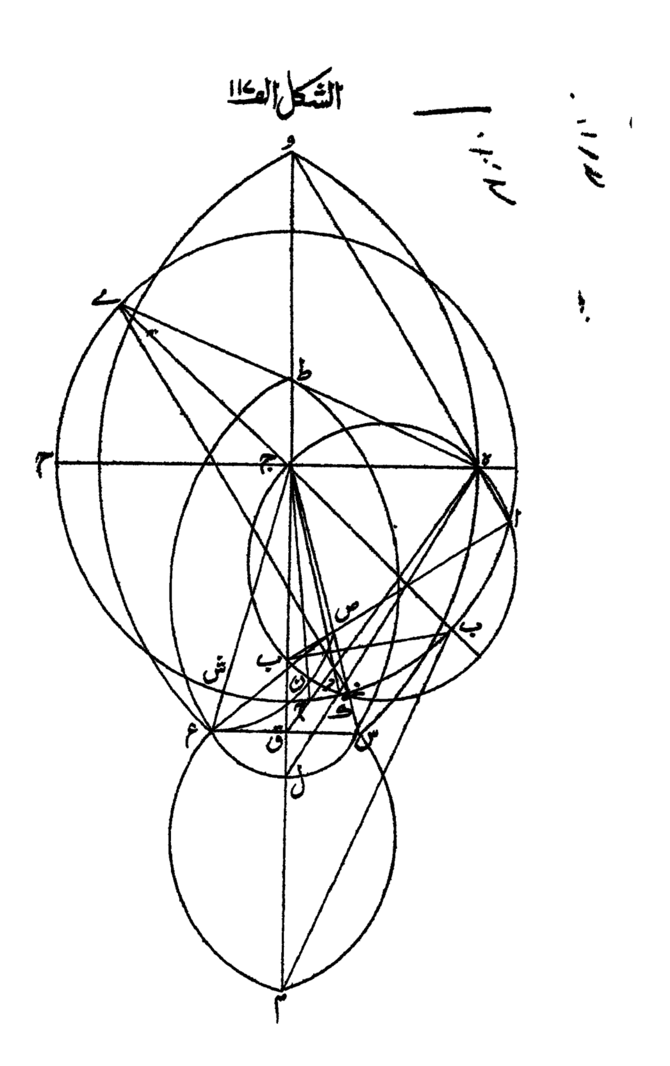
ه ور* وايضاً فلتكن تلك النقطة مثل* ق * التي على * ج د * و نصل * ر ق * س ق * ص ق* رص * ه ق* ونخرج* ج ه * الى* ن* فزق*اعظم من* رج * و* ق ص * اصغر من* ج ص * فنسبة* رق * الى * ق ص* اعظم من نسبة * ر ج * الى* ج ص * اعني نسبة* ر ن * الى * ن ص * فالخط الذي ينصف زوا ية * ز ق ص * يقطع خطى * ن ص * ه ص * فزاوية* ص ق ه * اعظم من* ه ق و* فزاوية* س ق ه * اعظم بكثير من ه ق ر * فليس تنعكس صورة * س* الى بصر * ر * من قوسى * ج د اف * فتبين انعكاسها من نقطة من قوس * ج ف * ولتكن * ط *ونصل س ط* ه ط * ر ط * فلان* ط * بين* ف ج * نخط * رط* بين* رف ر ج * فيقطع * ك ل * وليكن على*ى* فنقطة *ى * خيال *س*وليس لس * خيال آخر، وكذلك يتبين ان خيال كل نقطة من * ح ص *نقطة من*ك ل *و*ك ل*خيال * ح ص * و*ك ل * ح ص* خطان مستقيمان فبصر * ر * يدرك * ح ص *المستقيم مستقيما وذلك ما اردناه *

(ز) ولنعد الصورة ونديرعلى * ح ص * عن جنبتيه قوسين كيف اتفقتا ولنكن قوسى * ح ن ص* ح ق ص * ولتكن قوس * ج ن ص *غير قاطعة لخط * ج ح * ونفرض على * ح ص * نقطة * م * كيف اتفقت فصورة م *تنعكس الى * ر* من نقطة من قوس * ف ج * ولتكن* ط * ونصل ر ط * ه ط * م ط * فزاويتا * ر ط ه * م ط ه * متساويتان و * م ط يقطع * ح ن ص* وليكن على * ن * ونخرج * ط م * في جهة * م *فيقطع قوس *ح ن ص *وليكن على *ق* ونصل * ن ه * ونخرجه فيقطع *رط من فوق * ك ل *وليكن على*ى *ونصل* ق ه *ونخرجه فيقطع * رط

من تحت وليكن على * س * فلان الزاويتين اللتين عند * ط * متساويتان تكون * ى * خيال * ن * و * ك ل * خيالى * ح ص * لخيال قوس ح ن ص * خط يمر بنقطة * ك ى ل * مثل * ك ى ل * فيكون محدبا تحديبه يلى البصر و قوس * ح ن ص * محدب تحديبه يلى سطح المرآة ولان الزاويتين اللتين عند * ط * متساويتان فنقطة * س * خيال * ق فل س ك * المقعر الذى تقعيره يلى البصر خيال قوس * ح ق ص * المقعر الذى تقعيره يلى سطح المرآة فالبصر قد يدرك القوس المقعر مقعرا والمحدب محدبا وذالك ما اردناه * ﴿ الشكل - ١١٧ ﴾

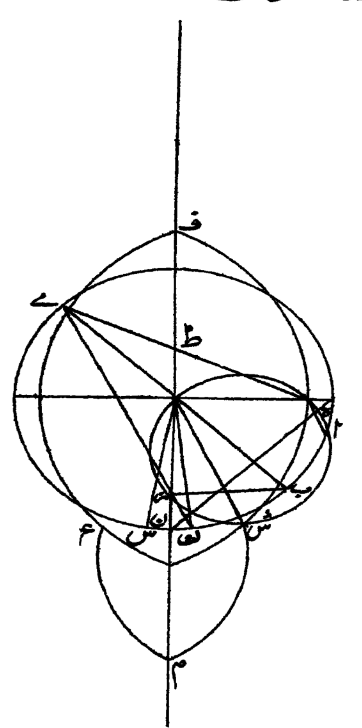
(ح) وايضا فلتكن المرآة مركزها * ج * وعليها عظيمة * ا ب د * و * ج ب نصف قطر لها و نفصل منه * ج ط * اعظم من نصفه ونخرج * ه ط ر * عمودا على * ج ب * و نجعل كلا من * ه ط * ط ر * مثل * ج ط * و نصل ه ج * ج ر * ونعمل على مثلث * ه ج ر * دائرة فهى تقطع دائرة * ا ب على نقطتين لكون * ط * مركزها و لتكونا * ا د * ونصل * ج ا * ج د ه ا * ه ب * ه د * ر ا * ر ب * رك * فلان * ه ط * مثل * ط ر * فه ب ب ر * متعاكسان و لان قوسى * ه ج * ج ر * متساويتان * فه ا ا ر * متعاكسان وكذلك * ه د د ر * ولان * ج ط * اعظم من * ط ب * فجه اعظم من * ه ب * فزاوية * ه ب ج * اعظم من * ه ج ب * و * ه ج ب نصف قائمة لجميع زاويتى * ه ج ب * ه ب ج * اعظم من قائمة فزاوية ب ه ج * اصغر من قائمة وزاوية * ه ج ر * قائمة فخطا * ه ب * جر * يلتقيان خارج الدائرة فى جهة * ب ر * وليكن على * م * ولان خط * ه د * يقطع زاوية * م ه ج * فيقطع * ج م * و ليكن على * ل * ولان * ج ط * قطر فقطعة

المقصد الثامن


و
ط
ج
ه
ا
ب
ص
ش
ق
س
ل
م

الشكل ١١ب

هذه صورة الشكل في نسخة ليدن ولكن ليس بصحيح



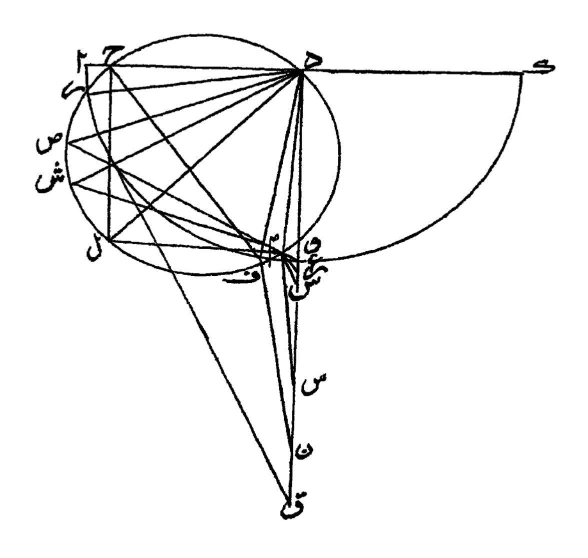
اه ج * اقل من النصف فزاوية * اه ج * منفرجة وزاوية * ه ج ر * قائمة
فا ه * ر ج * يلتقيان فى جهة * ه ج * وليكن على * ف * فاذا كان البصر
حيث * ه * وكانت * ر * مبصرة فان نقطة * م ل ف * تكون خيالات * ر
ويدركها من ثلثة مواضع وليقطع * ج م * محيط دائرة * ا ب * على * ح
ونخرج من * ه * ه ك * الى قوس * د ح * كيف اتفق ونصل * ج ك * وليقطع
قوس * د ر * على * و * ونصل * ك ر * ور * ه و * فلان قوسى * ه ج * ج ر *
متساويتان فزاويتا * ه و ك * ر و ك * متساويتان لانهما اما للتين توترهما
القوسان و * ه و * اعظم من * و ر * لان قوس * ه ا و * اصغر من * ور *
وكل منهما اصغر من النصف فنجعل زاوية * ج ك ن * مثل * ه ك ج *
فه ك ك ن * متعاكسان ونخرج * ه ك * الى * ق * فق * خيال * ن *
عند بصر * ه * ونتوهم سطحا خارجا من * م ج ف * قائما على سطح دائرة
ا ب د * ونخرج من * ر * عمودا على سطح دائرة * ا ب د * فى هذا
السطح وليكن * س ر ص * ونجعل * ج * مركزا ونبعد * ج ن *
قوسا فهى تقطع خط * ص س * على نقطتين ولتكونا * ص س * والقوس
س ن ص * ونصل * ج س * ج ص * فيكونان فى السطح القائم
ونخرجهما ونجعل * ج * مركزا ونبعد * ج ق * قوسا فهى تقطع * ج س *
ج ص * وليكن على * ع ش * فلان سطح دائرة * ا ب * قائم على سطح
خطى * ج ش * ج ع * فزاويتا * ه ج ش * ه ج ع * قائمتان وكل من سطحى
ه ج ش * ه ج ع * قائم على سطح * ش ج ع * وكل من السطحين يحدث
عظيمة نظيرة لدائرة * ا ب * فالنقطة النظيرة * لك * من العظيمة التى
يحدثها سطح * ه ج ش * يتعاكس منها خطان بين * ه ص * لان * ج ص *

مثل * ج ن * وكذلك النظيرة * لك * من العظيمة التى يحدثها سطح
ه ج ع * يتعاكس منها خطان بين * ه س * ونقطة * ق * هى خيال * ن *
فش * خيال * ص * و * ع * خيال * س * نخيال * قوس * س ن ص *
التى تحدبها يلى سطح المرآة هو قوس * ع ق ش * التى تقعيرها يلى البصر
و * ونقطة * ل * خيال * ر * و * ش ع * خيالا * ص ش * نخيال
س ر ص * المستقيم خط مقعر تقعيره يلى البصر ونرسم خطا يمر بنقطة
س ل ع * ونخرج * ه ج * الى * خ * فاذا كانت المرآة لا تنتهى الى نقطتى
ب خ * بل تكون احدى نهايتها بين * ب د * والاخرى دون * خ *
وكان البصر حيث * ه * وخطا * ص ر س * ص ن س * مدركين فان
صورة * ص ر س * المستقيم تكون مقعرة وكذا صورة * ص ن س *
المحدب ولكل منها خيال واحد ونخرج * ب ج * الى * ى * ونصل
ه ى * ى ر * فهما متعاكسان و * ه ى * يقطع * و ج * فليكن على * ظ *
فظ * خيال * ر * فم ل * ظ ف * خيالات * ر * فاذا كانت المرآة
تجاوز نقطتى * ا ى * وكان البصر حيث * ه * وظهر الناظر يلى قوس
ا ى * فانه يرى نقطة * ر * فى اربعة مواضع ونقطتى * ص ش * حيث
ش ع * فيكون لخط * ص ر ش * اربعة خيالات مقعرات هى * ش م ع *
ش ز ع * ش ظ ع * ش ف ع * وذلك ما اردناه * ا لـ ١١٨ / ١

المقصد التاسع

(ط) وايضا فلتكن المرآة مركزها * د * فيها عظيمة على محيطها * ج *
وفيها نصف قطر * د ج * ولنخرجه خارج الدائرة ونخرج من * د * عمود
د ا * على سطح الدائرة ونفصل من زاوية * ا د ج * القائمة جزءاً يسيراً
وليكن * ج د ه * بحيث تكون * ا د ه * الباقية اضعافها وننصف زاوية

الشكل ١١٨



ا د ه * بخط * د ب * ونفصل زاوية * ا د ر * مثل * ج د ه * ونخرج من * د * عمود * د ط * على * د ب * في سطح * ا د ج * ونخرج * ا د * في جهة * د * الى * ك *

(اقول) ولتكن نقاط * ا ر ج ب ك * على محيط عظيمة *

(قال) ونخرج من * د * خطا في جهة * د ا * يحيط مع * ر د * بزاوية مثل ط د ك * فهو يلقى * د ا * لان زاويتي * ط د ك * ر د ا * اقل من قائمتين وليكن على * ح * فزاوية * ز ح د * مثل * ر د ط * ونخرج من نقطة * ر * خط * ر ل * نحو * د ب * يحيط مع * رح * بزاوية مثل زاوية * ب د ك * المنفرجة فزاويتا * ل رد * ب د ر * اقل من قائمتين * فرل * يلقى * د ب * وليكن على * ل * وندير على * ل ح د * دائرة فهي تمر بنقطة * ر * لان زاويتي ل رح * ل د ح * مثل قائمتين *

(اقول) فيكون ذو اربعة اضلاع * ل رح د * تمر الدائرة بثلث زوايا منه فلو لم تمر بالرابعة وهي * ر * لما كانت زاويتا * رد * مثل قائمتين *

(قال) فزاوية * ل ح ر * مثل * ل د ر * لكونهما على قوس * ل ر * وكانت زاوية * رح د * مثل * رد ط * فيبقى * ل ح د * مثل * ل د ط * القائمة فهي ايضاً قائمة ونفصل من * د ه * د م * مثل * د ح * ونصل * ل م * فتكون زاوية * ل م د * قائمة *

(اقول) وذلك لان ضلعي * ح د د ل * وزاويتهما كضلعي * م د د ل * وزاويتهما والتي عند * ح * قائمة *

(قال) فدائرة * ل ح د * تمر * بم * وتقطع قوس * ب ه * على نظيرة لز * (١) * وليكن * ف * ونصل * د ف * فزاوية * ل د ف * مثل * ل د ر *

---

(١) ن ـ نظير ـ ه *

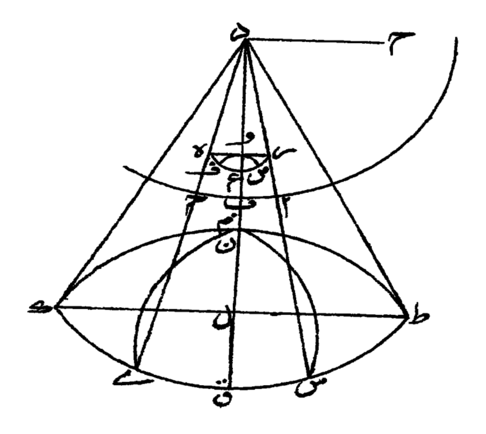
لان قوس * ل ف * مثل * ل ر *
(اقول) لان * ل د * قطر الدائرة لكون زاوية * ح * قائمة *
(قال) وقوس * م ف * مثل * ح ر * فقوس * ف م د * مثل * ر ح د *
ونصل * ح ب * ح ف * ف م * ف ر * ف ب * فزاوية * ب ح د *
حادة و * ح د ج * قائمة * فح ب * يلقى * د ح * خارج الدائرة وليكن
على * ق * نخط * ح ف * ايضا يلقى * د ح * خارج الدائرة وليكن على
* ن * ونخرج * ف ب * حتى يقطع قوس * ل ر * على * ص * ونصل
* ص م * فزاوية * ف ص م * على المحيط و يوترها قوس * ف م *
وزاوية * ف ب م * ايضاً على المحيط واعظم من * ف ص م * فب م *
اذا اخرج * فى جهة * م * يصل من دائرة * ا ب ج * قوسا اعظم من
الشبيهة * بف م * و * ف م * ضعف الشبيهة بقوس * ف م *
(اقول) لان * ف م * يوتر على المحيط عند * د * زاوية مثل ما يوترها
قوس * ف ه * عند المركز اعنى * د * ايضاً *
(قال) وف ه * مثل * را * اعنى * ج ه * فج ف * ضعف * ج ه * فج
ف * شبيهة * بف م * فب م * اذا اخرج فى جهة * م * يصل من
دائرة * ا ب ج * قوسا اعظم من * ف ج * فيقطع * د ج * بين طرفيه
وليكن على * ع * ونخرج * ف م * فيقطع * ع د * بين طرفيه و ليكن
على * و * ونخرج * م ب * فى جهة * ب * حتى يقطع قوس * ل ص *
على * س * ونصل * س د * فلان زاوية * ب ف ر * على المحيط فهى نصف
زاوية * ب د ر * و * ب د ر * اضعاف * ر د ا * فص ف ر * اضعاف
لز د ح * فقوس * ص ر * اضعاف * لز ح * فقوس * س ر * اضعاف
كثيرة

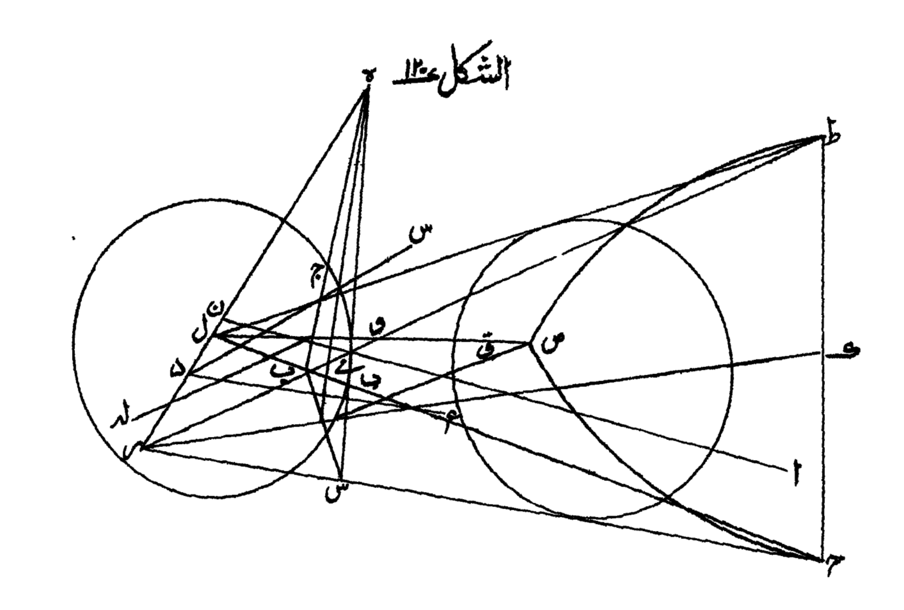
كثيرة * لز ح * ونصل * س ح * فزاويتا * س ح د * س م د * مثل
قائمتين فزاوية * س ح د * مثل * ب م ه * وزاوية * ر ح د * تزيد على
س ح د * بس ح ر * المساوية لس د ر * التي هي اضعاف كثيرة * لز
د ا * فزاوية * ر ح د * تزيد على * س ح د * باضعاف كثيرة * له دج *
وزاوية * ر ح د * مثل * فم د * لتساوي قوسي * ف م د * ر ح د *
وكانت زاوية * س ح د * مثل * ب م ه * فزاوية * فم د * تزيد على * ب
م ه * باضعاف كثيرة * له د ج * وزاوية * ج ع م * تزيد على * ع م د *
بزاوية * ج ه د * فزاوية * ف م د * تزيد على * ج ع م * باضعاف لزاوية
ه د ج * وزاوية * ف م د * تزيد على * م و د * بج ه د * فقط فزاوية
م و د * اعظم من زاوية * م ع ج * فزاوية * م ع و * اعظم من * م ر ع *
فم و * اعظم من * م ع * ولان قوس * ح د * مثل * م د * فزاويتا
ح ب د * م ب د * متساويتان فخطا * ح ب * ب ع * متعاكسان وكذا
ح ف * ف و * فق * خيال * ع * و * ن * خيال * و * ونخرج من
م * خطي * م ش * م ز * يوازيان * ح ق * ح ن * فلان زاوية
ح ن د * اعظم من * ح ق د * فزاوية * م ر و * اعظم من * م ش ع *
فنقطة * ز * بين * ش و * ولان زاوية * ح د ن * قائمة * فح ن د *
حادة فكذا * م ز و * المساوية لها * فم ز ش * منفرجة * فم ش * اعظم من
م ز * وكان * م و * اعظم من * م ع * فنسبة * ش م * الى * م ع * اعظم من
نسبة * زم * الى * م و * ونسبة * ش م * الى * م ع * كنسبة * ق ب * الى * ب ع
لان * م ش * يوازي * ق ب * وكذا نسبة * زم * الى * م و * كنسبة * ن ف
الى * ف و * فنسبة * ق ب * الى * ب ع * اعظم من نسبة * ن ف * الى

ف و * ونسبة * ق ب * الى * ب ع * كنسبة * ق د * الى * ق ع * ونسبة
ن ف * الى * ف و * كنسبة * ن د * الى * د و * كما تبين فى الشكل الخامس
والعشرين من فصل الخيال فنسبة * ق د * الى * د ع * اعظم من نسبة * ن د
الى * د و * واذا تبين ذلك فانا نعيد بعض الشكل لئلا تكثر الخطوط
والحروف فيشكل وذلك دائرة * ا ب ج * وخط * د ق * ونقط * و
ع * ن * ونخرج من * د * عموداً على سطح الدائرة وليكن * د ح و *
مساويا * لد ح * فى الشكل الاول فزاوية * ح د ق * قائمة والدائرة التى
يحدثها سطح * ح د ق * عظيمة والقوس التى يفرزها منها * ح د * د ق *
مثل * ا ج * من الاول والنقطتان منها النظير تان * لب ف * تنعكس منهما
صورتا * ع و * الى * ح * فق * خيال * ع * و * ن * خيال * و * ونخرج من
و * عمود * روه * على * دو * فى سطح * ا ب ج * ونجعل * د * مركز ا
ونبعد * ع د * قوسا فهى تقطع * روه * على نقطتين وليكونا * ر ه * و القوس
ر ع ه * و نصل * د ر * د ه * ونخرجهما خارج الدائرة ونجعل * د *
مركزا ونبعد * د ق * قوس * ط ق ك * ﴿الشكل - ١١٩﴾
و لتقطع * د ر * د ه * على * ط ك * و نصل * ط ك * فيقطع * د ق *
و ليكن على * ل * فزاويتا * ح د ك * ح د ط * قائمتان و سطحاهما
يحدثان عظيمتين و ضلعاهما يفرزان قوسين متساويين وكل من * د
ر * د ه * مثل * د ع * فصورتا * ر ه * تنعكسان عن القوسين الى
ح * مثل * ع * و كل من * د ط * د ك * مثل * د ق * فط ك * خيالا
ر ه * و تكون نسبة * ط د * الى * ط ر (١) * كنسبة * ق د * الى * د ع *
وكنسبة * ك د * الى * د ه * وكانت نسبة * ق د * الى * د ع * اعظم من

(١) ن - * د ز *

الشكل ١١٩





الشكل ٤-١٢٠

نسبة * ن د * الى * د و * فكذلك * ط د * الى * د ر *و* ك د * الى د ه * ولان* د ر *مثل * د ه *و* د ط * مثل*د ك * فطك *المستقيم يوازى * ه د * المستقيم فنسبة* طد * الى *رد*و نسبة * ك د *الى *ه د كنسبة * ل د * الى * د و * فل د* الى*د و* اعظم من* ن د * الى* د و فل د *اعظم من* ن د * فن * اعنى خيال *و* بين * ل و* فخيال *ر و ه خط محدب يمر بنقط *ط* ن* ك* مثل *ط ن *ك ﴿ الشكل -١٢٠ ﴾ (ى) ونفرض على *ن و * نقطة *م* كيف اتفقت وندير على مركز * م ببعد *م و* قوس *ص وف * فيقطع قوس * ر ع ه *على نقطتين ولتكونا ص ف * ونصل*د س*د ف*وننفذهما حتى تلقيا قوس*ط ق ك*على*س ى *وتبين كما مر ان *س ى * خيالا* ص ف * و *ن* خيال*و*فخيال قوس * ص و ف* المقعرة خط محدب يمر بنقطة*س ن ى*مثل*س ن ى* وبين ان خيال قوس*ر ع ه *المحدبة خط*ط ق ك*المقعر وذلك ما اردناه *

﴿ تذكرة ﴾

فان كان لكل من خطوط *ر وه* ر ع ه * ص وف * خيال واحد فصورها على ما بيناه وان كانت لها خيالات اخر فربما كانت شبيهة بهذه الخيالات وربما كانت بخلافها*

﴿ تنبيه ﴾

فهيئات سطوح المبصرات قد يدركها البصر فى هذه المرآة على خلاف هيئتها اذا كانت اقطارها المستقيمة او المحدبة او المقعرة يدركها بخلافها*

﴿ تكملة ﴾

واما الاغلاط المركبة فيها فعلى قياس ما بيناها فى المرايا السابقة *

الفصل الثامن

الفصل الثامن

في الاغلاط التي تعرض في المرايا الاسطوانية المقعرة عشرة مقاصد* (١)

قول مجمل

الاغلاط العارضة في هذه المرآة شبيهة بالعارضة في الكرية المقعرة فلنعد الشكل الاول من الشكلين الموردين في اغلاط الاسطوانية المحدبة بحروفه وقد تبين فيه ان خطي * ه ج * ج ط * متماكسان وكذا * ه ب * ب ك * و * ه ا * ا ح * وان خطوط * ط ج ك * ب ح ا * مجتمعة عند * ح * وان * ا ب ج * خط مستقيم في طول المرآة و * ج ر * ب ل * ا د * اعمدة على السطح المماس على * ا ج * و * ا ج * عمود على سطح مثلث * ه ك ع * و * ط ك * مثل * ك ح * و * ا ب * مثل * ب ج * ونقط * س ص ى * خيالات * ح ك ط * و * ص * اقرب الى * ه * من خط * س ى * و * س ى * في سطح مثلث * و ح ط * و * و ح * و ط * متساويان وكذا * و س * و ى * ونصل * و ك * فيقطع * س ى * وليكن على * ق * و ينصفه ضرورة و يكون في سطح مثلث * ك ه ع * اعني سطح دائرة ب * الموازية للقاعدة * فق * في سطح مثلث * ك ه ع * وفي سطح مثلث * ه ى س * فهو على الفصل بينهما اعني * ه ب * فق * على استقامة * ه ب * وخطا * ح و * ط و * اعني خطي خيال * س ى * تحت نقطتي د ز * لانهما العمود از الخارجان من * ح ط * على المماسين للقطمين اللذين نقطتا * ا ج * على محيطيهما فسطح مثلث * و ح ط * تحت سهم * دل ر *

---

(١) ليس في النسخ بيان اوائل المقاصد الا - ٥ - و - ٦ - و - ٧ - و ذكر الشارح آخر الفصل ان المؤلف لم يبين المقصدين - ٩ - و - ١٠ - ه

ولا

ولا يمكن ان تكون نقطة من السهم ولو امتد الى غير نهاية فى سطح المثلث والا لكان الواصل بينها و بين نقطة من * ح ط * فى سطح المثلث والسهم يوازى * ح ط * فيكون ايضاً فى سطح المثلث وهو فوقه هذا خلف فالسهم اقرب الى * ه * من سطح * ح ط و * فسطح * ح ط د ر * اقرب الى * ه * من * و ح ط * ونقطة * ص * فى سطح * ح ط * د ر * لانها على خط * ك ل * فص * اقرب الى * ه * من * س ى * ولنخرج * ه ب * الى * ق *

(وبعد ذلك نقول) ان * س ى * الموازى للسهم اذا كان فى مبصر وكان البصر على * ع * التى تلى تقعير الاسطوانة والسطح المرئى منها هو المقعر فانه يدرك * س ى * فى مرآة * ا ب ج * الاسطوانية المقعرة وتختلف خيالاته بحسب بعده من السهم وقربه منه وذلك لان * ه ب م * حادة * فل ب ق * حادة و * ه ب ق * فى سطح دائرة * ب * و ل ب * قطر الدائرة فه ب * يقطع الدائرة * فق ب * فى داخل تقعير المرآة وكذلك * ع ب * لان * ع ب ل * حادة و زاويتا * ع ب ل * ق ب ل * متساويتان و ل ب * عمود على السطح المماس المار بنقطة * ب * فق * تنعكس الى س ع * من * ب * وقد تبين فى الفصل الخامس من المقالة الرابعة ان السطح المماس للاسطوانية على * ج * يكون تحت * ه * فه ج * يقطع السطح المماس فيقطع الخط المماس للقطع على * ج * فيقطع القطع فيقع فى داخل الاسطوانة فى * ج * فى داخل تقعير المرآة وكذلك * ط ج ع * ثم تبين كما مر ان * ى * تنعكس الى * ع * من * ج * وكذا * س * تنعكس الى ع * من * ا * وقد تبين فى هذا الشكل عند الكلام على الاغلاط ان خطى

ح و * ط و * عمود ان على سطحين مماسين للقطعين المارين بنقطتى * ا ج *
(اقول) لفظة المارين بنقطتى * ا ج * ليست بموجودة فى ذلك الموضع
وليست بصواب ايضا لان * ح و * ط و * انما هما خطا خيالى * ح ط *
فيكونان عمودين على الفصل بين سطحى القطعين والسطحين المماسين
للاسطوانة على موقعى العمودين لا على * ا ج * اى نقطتى الانعكاس
(قال) نخيال * س * على * ح و * وعلى * ع ا * فح * خيال * س *
وكذلك * ط * خيال * ى * ونصل * ق ل * فلان صورة * ق *
تنعكس الى بصر * ع * من محيط دائرة * ب * نخيال * ق * على
ق ل * وعلى * ع ب * فهو عمود على نقطة تقاطعهما وقد تبين فى فصل
الخيل عند الكلام فى المرايا الكرية المقعرة ان خط الخيال ربما لقى
خط الشعاع من وراء فصل الانكاس ودونه اما بينه وبين البصر او حيث
مركز البصر اومن ورائه وربما وازاه فيكون الخيال غير محدود وتبين ايضا
ان خيال النقطه الواحدة ربما كانت واحدة وثنتين وثلثا واربعا *

الفصل الخامس

(ه) فان كان خيال * ق ك * فيكون * ح ط * قطر خيال * س * واذا
كان جميع خيالات * س ى * على * ح ط * فصورته تكون خطا مستقيما
وان لم يكن الجميع على * ح ط * فانه يكون قريبا من الاستقامة لان
وسطه على استقامة طرفيه *

الفصل السادس

(اقول) يعنى ان الوسط مع الطرفين ومركز البصر فى سطح واحد *
(قال - و) وان كان * ق * من وراء * ك * فان خيال * س ى * يكون
مقعرا تقعيره يلى البصر *

الفصل السابع

(ز) وان كان الخيال دون * ك * فان خيال * ى س * يكون محدبا تحديبه

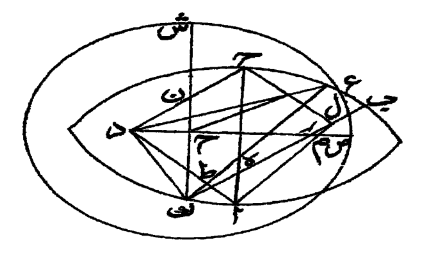
يلي البصر وان كان خيال * ق * واحدا فخيال * س ى * واحد وان كان متعددا فتتعدد بتلك العدة واطرافها جميعها مجتمعة عند * ح ط * واوساطها متفرقة و * ح ط * هو قطر الخيال على اى وضع واى عدد كان ويكون * ح ط * اعظم من * س ى * بقدر يسير *

الحاصل

فقد تبين ان خيالات الخطوط المستقيمة الموازية لسهم المرآة ربما كانت مستقيمة ومحدبة ومقعرة وربما كانت الخيالات واحدة واكثر وايضا فلنعد الشكل الثانى من الشكلين المذكورين وقد تبين فيه ان * ه ب * ب ج * متعاكسان وكذا * ه ج * ج ط * و * ح ب * ط ج * ينتهيان الى * ل * وزاوية * ح ب ع * حادة * فح ب * يقطع السطح المماس على * ب * فيقطع سطح الاسطوانة * فب ل * تحت تقعير الاسطوانة وكذلك * ج ل * وكذلك * ب ش * ج ت * وزاويتا * ل ب د * ش ب د * متساويتان وكذا * ل ج د * د ج ت * فاذا كان * ش ت * فى مبصر وكان البصر حيث * ل * والسطح المقعر من الاسطوانة صقيلا فان * ش * تنعكس الى * ل * من * ب * و * ح و * عمود على الخط المماس للقطع * فح * هى خيال * ش * وكذا تبين ان * ت * تنعكس الى * ل * من * ج * وخيالها ط * ونصل * لك و * فيقطع * ش ت * وليكن على * م * فم * هى فى السطح المار بالسهم وبنقطة * ل * لان * ل * و * ك * هى فى هذا السطح * فلك و * هو فى هذا السطح وانعكاس * م * الى * ل * فيه ايضا و * ا ز * هو الفصل بين سطح الاسطوانة وبين السطح المار بالسهم وبنقطة * ل * فانعكاس * م * الى * ل * عن خط * ا ز * و نصل * ه م * فهو فى هذا

السطح وكذا * ه ل * ونقطة*ه* مرتفعة عن السطح المماس على *ا ز * فاذ
اذا اخرج لقى * ه م * ه ل *فليلق * ه م * على * ى* و * ه ل * على * ن
و*ن* فيما بين * ه ل* لان*ل* فى داخل لتقعير و* ز * فى السطح و * ه *
مرتفعة عن السطح وقد تبين فى برهان هذا الشكل ان دائرة *ب ز ج
متوسطة بين * ح ط * وبين السطح الخارج من *ه* الموازى للقاعدة الذى
فيه العمود الخارج من * ه * على * ا ر * فالعمود يقع خارجا عن مثلث
ه ى ن * وفى جهة * ن*فزاويتا * ه ى ن * م ى ا * حادتان فنخرج من *م
عمود * م ق * على* ا ى * فق* من وراء *ى* بالقياس الى* ن* ونخرج
م ق* فى جهة* ق* ونفصل منه* ق ص* مثل* ق ه * فص* خارجة عن
سطح المرآة ومن وراء تقعيرها و* ل * تحت التقعير ونصل * ل ص * فيقطع
ن ق وليكن على *ف* ونخرج من *ف * ف ر * موازيا العمود * م ق
فهو عمود على *ان* وفى السطح المار بالسهم وبنقطة *ل* فهو قطر للدائرة
الخارجة من * ف * الموازية للقاعدة فهو عمود على السطح المماس المار
بان * ونصل * م ف *فيكون مثل *ف ص *فالزاويتان اللتان عند *م ص
متساويتان ولان * ز ف *مواز * لم ص * فاللتان عند * ف *متساويتان
فم ف * ف ل * متعاكسان فصورة *م* تنعكس الى *ل* من *ف* وخيالها
ص * ولان * ش ت * ح ط * متوازيان وعمودان على السطح المار
بالسهم و * ب ل * فالسطحان الخارجان منهما القائمان على السهم متوازيان
ويكون سطح * ش م * م ص * قائما على السطح المار بالسهم * ب ل
فم ص * هو الفصل بين السطحين و* ا ق * عمود على سطح * ش م*م ص
وكذا سهم الاسطوانة * فص * فى السطح الخارج من * ش ت * القائم
على

الشكل ١٢١



على سهم الاسطوانة الموازى للخارج من * ح ط * كذلك * فص * خارجة عن * ح ط * واقرب الى * ل * من * ح ط * وهى خيال * م * و * ح ط خيالا * ش ت * لخيال * ش م ت * المستقيم خط غير بنقط * ح * ص * ط * مثل * ح ص ط * وجميعه من وراء المرآة ونقطة * ل * خارجة عن السطح الذى فيه * ح ص ط * فتقويس * ح ص ط * يظهر لبصر * ل * بينا ﴿ الشكل - ١٢١ ﴾ ولان * ف * على سطح الاسطوانة و ب ج * فى داخل تقعيرها وفى سطح مثلث * ل ح ط * لخط * ل ف ص ارفع من سطح المثلث * ر (١) * فص * يرى ارفع من * ح ط * فيظهر ح ص ط * لبصر * ل * مقعرا وايضا فليقطع الاسطوانة بسطح مائل على السهم وليحدث فيها قطع * ا ج * وقد تبين فى الشكل الاول من اشكال خيالات الاسطوانة المقعرة ان كل قطع من قطوع الاسطوانية فانه يخرج فى سطحه عمود على سطح مماس الاسطوانة تنعكس الصور عن طرفيه فليكن ج ر ا * وليكن * ب ه ك * عمودا على خط مماس للقطع على * ب * ولتكن ب * قريبة من * ج * فب ك * يقطع عمود * ج ر * وليكن على * ه * وتكون زاوية * ب ه ج * حادة ونخرج من * ج * ج د * موازيا * لب ك * فزاوية * د ج ه * حادة * فج د * فى داخل تقعير الاسطوانة ونجعل زاوية * ه ج ل * مثل * ه ج د * فج ل * يلقى * ب ه * وليكن على * ل ونفرض على * ل ه * نقطة * م * كيف اتفقت ونصل * ا م * فتكون زاوية م ا ج * حادة لان * ام * فى داخل القطع ونجعل زاوية * ج ا د * مثل * ج ا م فاد * يلقى * ج د * لان الزاويتين عند * ا ج * حادتان فليلقه على * د * فاد * يقطع * ب ك * وليكن على * ط * فاذا كان البصر حيث * د * فان صورة

---

(١) ليست هذه الراء فى بعض النسخ ☆

ل * تنعكس اليه من * ج * و د ج * مواز لعمود * ل ب * فيدرك * ل * حيث * ج * وصورة * م * تنعكس اليه من * ك * وتكون * ط * خيالها ونجيز على * د * سطحا موازيا للقاعدة فيقطع سطح * ا ب ج * ونحدث دائرة ولتكن * س ع ص * فسطحها يقطع * ب ك * لانه يقطع * ج د * الموازى له وليكن على * ك * وليكن مركز الدائرة * ح * ونصل * د ح * وننفذه الى * ص * ونصل * ك ح * وننفذه الى * س * فصورة * ك * تنعكس الى * د * على تصاريف الاحوال من قوس * ص س * كما تبين فى خيالات الدوائر فلتنعكس من * ع * ونصل * ك ع * د ع * ح ع * فد ع * يقطع * ح س * وليكن على * ن * فن * خيال * ك * ونصل * ك د * فيكون الفصل بين الدائرة وسطح القطع لان نقطتى * ك د * معا فى السطحين فليس فى سطح الدائرة من سطح القطع سوى خط * ك د * وما يتصل به * فج * خارجة عن سطح الدائرة وكذا * ط * وهما فى سطح القطع و * ن * فى سطح الدائرة * و ر (١) * فخيال * ل م ك * خط يمر بنقط ج ط ن * فهو مقوس *

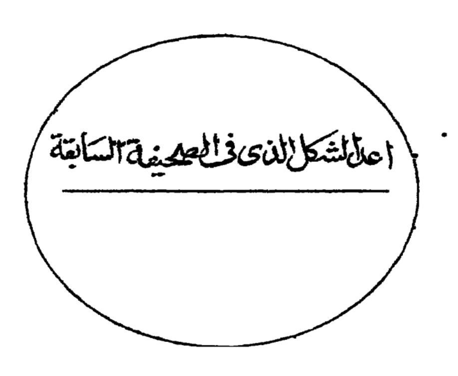
﴿ حاصل ما مر ﴾

فقد تبين من هذين الشكلين ان الخطوط المستقيمة الموازية لسهم الاسطوانة والموازية لقاعدتها والمائلة قد ترى مقوسة ومستقيمة ومحدبة * د * ه * (٢) ولان * ط * خيال * م * و * ن * خيال * ك * فصورة * م ك * منكوسة واذا كان الخط ايضاً فى سطح الدائرة الموازية للقاعدة التى يمر سطحها بمركز البصر فقد تبين ان الصورة قد تكون منكوسة و مستوية فالصورة

(١) ليس هذان الحرفان فى بعض النسخ * (٢) كذا فى الاصول *

فى

الشكل ١٢٢ء



في هذه المرآة قد تكون منكوسة ومستوية وايضاً فلنعد صورة الشكل الثالث من اشكال اغلاط المرايا الكرية المقعرة بحروفه وليكن دائرة * ب ر ا * في سطح اسطوانية مقعرة وليكن البصر حيث * د * فيكون خارجا عن سطح الدائرة ويكون * ه ا * ه ب * عمودين على سطحين مماسين لسطح الاسطوانة فيكون سطح مثلث * د ج ه * قائما على سطح الدائرة لكون * ج د * عمودا عليه ويكون ما رآ بجميع السهم وبالبصر فكل من سطحي * د ب ع * د ا ع * المتقاطعين على خط * د ع * غير مار بجميع السهم وليس في كل منهما من السهم غير نقطة * ه * فيحدث كل منهما قطعا تنعكس فيه الصورة * ج *(١) فصورة * ص * تنعكس الى * د * من * ب * وصورة * م * من * ا * ويكون * ن و * قطر خيال * م ص * وهو اصغر من * م ص * وكذلك نقطتا * ح ل * تنعكسان الى * د * من * ا ب * ويكون * طك * قطر خيال * ح ل * وهو مثله * ا *(٢) ويكون * س ى * قطر خيال * ف ق * وهو اعظم منه * د *(٣ وتكون هذه الخيالات جميعها منكوسة واذا كان البصر على نقطة * ع * وكانت خطوط * س ى * ط ك * ن و * هي المبصرات كان الامر بالعكس فيكون قطر خيال * س ى * اصغر منه(٤) وقطر خيال * ن و * اعظم * ب *(٥) وقطر خيال * طك * مساويا له ه *(٦) ويكون الجميع مستوية وقد تبين جميع ذلك عند الكلام على هذا الشكل في ذلك الفصل * ﴿ الشكل - ١٢٢ ﴾

﴿ تنبيه ﴾

ثم لذا كان لكل واحد من طرفي قطر الخيال خيال واحد وكان لنقطة من وسطه عدة خيالات كان لذلك الخط عدة خيالات بعدة خيالات النقطة المتوسطة

(١ — ٦) كذا في الاصول *

وكذا اذا كان لكل من طرفيه اولاحدهما عدة خيالات ولنقطة من وسطه خيال واحد كان للخط عدة خيالات بعدة خيالات النقطة المتطرفة - واذا كان لكل من طرفيه اولاحدهما عدة خيالات ولنقطة من وسطه ايضاً عدة خيالات كان للخط من الخيالات بعدد خيالات اكثرها عددا فاغلاط الاسطوانية المقعرة شبيهة باغلاط الكرية المقعرة وذلك ما قصدناه *

﴿ الشكل - ١٢٣ ﴾

(اقول) لم يذكر المقصد التاسع والعاشر وذلك ظاهر اذا كان فصل الانعكاس دائرة وكذالو كان قطعا عند التأمل *

﴿ قال تكملة ﴾

واما الاغلاط المركبة فكما مر فى سائر المرايا *

﴿ الفصل التاسع ﴾

فى الاغلاط التى تعرض فى المرايا المخروطية المقعرة عشرة مقاصد (١) *

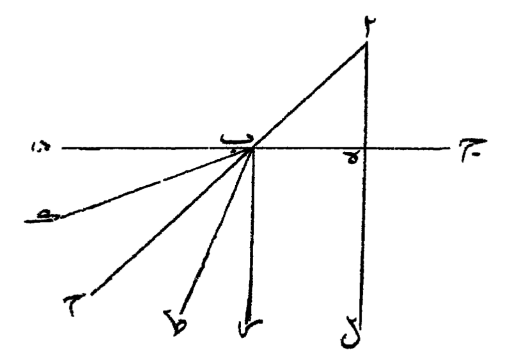
﴿ قول مجمل ﴾

الاغلاط العارضة فى هذه المرآة شبيهة باغلاط الاسطوانية المقعرة و * ز * (٢) لان الخطوط المستقيمة الممتدة فى محاذاة طول المرآة المارة برأسها والقريبة منها فانها قد ترى محدبة ومقعرة وقد ترى مستقيمة و ذلك لانه اذا اعيد الشكل الثانى من اشكال اغلاط المخروطية المحدبة وجد قطر خيال الخط المفروض فيها الذى هو خيال * ا ى * فى داخل تقعير المرآة والنقطة التى تحت السطح المماس المار بالخط الذى منه تنعكس صورة الخط المستقيم اعنى نقطة * ف * اذا جعلت مركز البصر كانت جميع نقاط قطر الخيال تنعكس صورها الى * ف * وخيالا طرفى * ا ى * طرفى * ح ط *

---

(١) ليس فى النسخ بيان مبادئ المقاصد ☆ (٢) كذا -- وخيال

الشكل ١٢٣



وخيال النقطة التى فى وسط * ا ى * يختلف مواضعها ويتبين ذلك كما بينا فى الشكل الاول من اغلاط الاسطوانية المقعرة نخيال * ا ى * قد يكون محدبا ومقعرا * و *(١) وكذا يتبين كما تبين فى الشكل الثانى من اغلاط الاسطوانية المقعرة ان الخطوط المحاذية لعرض المرآة تكون صورها مقعرة تقعيرا مفرطا * ح *(٢) والخطوط المستقيمة التى تكون فى السطوح المارة بالسهم ومركز البصر تكون خيالاتها مستقيمة ونعيد الشكل الثالث من اشكال اغلاط الكرية المقعرة بحروفه فاذا كانت * ه * على السهم * و ه ا * ه ب * خطى خيال وذلك ممكن لانها يمكن ان يحيطا مع السهم بزاويتين حادتين متساويتين وهما تساويان وسطح * ج ه * ه د * مارا بالسهم ومركز البصر وكل من سطحى * د ا م * د ب ص * مائلا على السهم وفصلاهما قطعين وصورة نقاط * ص ح ق * تنعكس الى بصر * د * من * ب * وصور * م ل ف * من * ا ج * فيكون * ن و * خيال * م ص * واصغر منه * ب *(٣) و * ط ك * خيال * ل ج * ومثله * ا * و(٤) * س ى * خيال * ف ق * واعظم منه * د *(٥) والخيالات كلها منكوسة * ه *(٦) واذا كان البصر حيث * ع * والمبصرات * ن و * ط ك * س ى * فالاحكام بعكس ذلك *

الحاصل

فقد تبين ان الخطوط المستقيمة قد ترى فى هذه المرآة محدبة ومقعرة ومستقيمة ومقادير المبصرات اعظم منها واصغر ومساوية لها والصور منكوسة ومستوية وتبين فى فصل الخيال ان كل نقطة مبصرة فى هذه

(١ — ٦) كذا ويحتمل ان هذه الاحرف فى هذا الفصل والذى قبله علامات على المقاصد ولكنها مشوشة كما ترى —

المرآة قد تكون لها خيال وخيالان وثلثة واربعة فاغلاط هذه المرآة تشبه اغلاط الاسطوانية المقعرة *

(اقول) لم يذكر المقصد التاسع والعاشر وانما ذلك الى المتامل *

﴿ قال تكملة ﴾

واما الاغلاط المركبة فيها فكما مر في سائر المرايا والامثلة كما سبقت وذلك ماقصدناه وهذا حين نختم هذه المقالة حامدين لله على حسن توفيقه ومصلين على نبيه محمد وآله وعترته الطاهرين *

المقالة السابعة

﴿ المقالة السابعة ﴾

في كيفية ادراك البصر بالانعطاف من وراء الاجسام المشفة المخالفة الشفيف لشفيف الهواء وهي سبعة فصول (١) صدر المقالة (٢) في ان الضوء ينفذ في الاجسام المشفة على سموت مستقيمة وينعطف اذا صادف جسما مخالف الشفف لشفيف الذي هو فيه (٣) في كيفية انعطاف الاضواء في الاجسام المشفة (٤) في ان مايدركه البصر من وراء الاجسام المشفة المخالفة الشفيف لشفيف الذي فيه البصر اذا كان مائلا عن الاعمدة القائمة على سطوحها هو ادراك بالانعطاف (٥) في الخيال (٦) في كيفية ادراك البصر للمبصرات بالانعطاف (٧) في اغلاط البصر التي تعرض من اجل الانعطاف *

الفصل الاول

﴿ الفصل الاول ﴾

قد ذكر في صدر المقالة الرابعة ان ادراك البصر للمبصرات اما ان يكون على ثلثة اوجه بالاستقامة او بالانعكاس او بالانعطاف من وراء الاجسام المشفة المخالفة الشفيف لشفيف الذي فيه البصر وبكل من هذه الوجوه

تدرك جميع معانى المبصرات وعلى جميع الانواع الابصار المفصلة فى الفصل الاخير من المقالة الثانية و قد بينا مباحث الرؤية بالوجهين الاولين وبقى لنا البحث عن الثالث وهذه المقالة هى التى بحث فيها عنه مستقصى *

(اقول) وانا اذا اطلقت الجسم فى هذه المقالة فانما اريد به الجسم المشف واذا اطلقت الضوء فانما اريد به الضوء الممتد على خط مستقيم من المضيء و اذا قلت الجسم المخالف فانا اعنى به المخالف فى الشفيف لشفيف جسم فرض فيه ضوء فاذا اضفت الجسم الى البصر اوالمبصر فانما اعنى به الجسم الذى يكون البصر او المبصر فيه *

الفصل الثانى

الفصل الثانى

فى ان الضوء ينفذ فى الاجسام المشفة على سموت مستقيمة و ينعطف اذا صادف جسما مخالفا خمسة مقاصد *

(اقول) ولبعضها (١) جملة لفائدة *

الفصل الاول

(قال ـ ا) ان الضوء ينفذ فى جميع الاجسام المشفة على سموت خطوط مستقيمة وقد تبين ذلك فى الهواء فى المقالة الاولى وبقى فى سائر الاجسام كالماء والزجاج وسائر الاحجار المشفة *

الفصل الثانى

(ب) الضوء اذا صادف جسما مخالفا فان كان عمودا على سطح المخالف مستويا كان اوكريا فانه ينفذ فيه على استقامة و الا فينعطف عن استقامته و ينفذ فيه على خط يحيط مع الاول لونفذ مستقيما بزاوية وهى زاوية الانعطاف *

الفصل الثالث

(ج) لنتوهم من موقع الضوء على سطح المخالف عمودا عليه فى المخالف وسطحا مستويا مارا بنقطتى مبدأ الضوء وموقعه قائما على سطح المخالف

---

(١) ن ـ و لنقصها جملة لفائدة *

يعنى على السطح المستوى المماس لسطح المخالف على موقع الضوء فيكون العمود المذكور فيه وكذا الخط الذى عليه ينعطف الضوء فى المخالف *

(اقول) وانا اسمى السطح القائم سطح الانعطاف والخط خط الانعطاف والفصل المشترك بين سطح الانعطاف وسطح المخالف فصل الانعطاف وبين ان سطح المخالف اذا كان صقيلا فان الضوء ينعكس عنه وينعطف فيه ويكون سطح الانعكاس بعينه سطح الانعطاف *

الفصل الرابع

(قال ـ د) وبعد ذلك فان كان جسم الضوء الطف من المخالف كان انعطاف الضوء عن استقامته الى جهة العمود المذكور وان كان اغلظ فالى خلاف جهته *

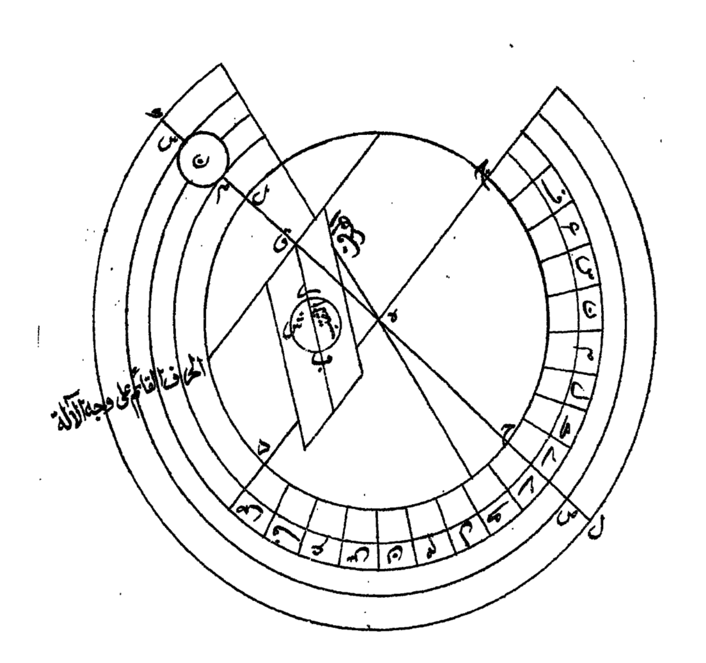
(اقول) ولنبين الاربعة مع الخامس فى مثال ـ فلتكن نقطة * ا * مبدأ الضوء وضوءها الواقع على سطح المخالف العمود * اه * والمائل * ا ب * وليخرج السطح المستوى المار بنقطتى * ا ب * القائم على سطح المخالف و ليكن مستويا ايضا والفصل المشترك خط * ج د * فان كان الضوء عمودا على ج د * مثل * ا ه * فانه ينفذ فى المخالف على استقامته * كا ه ل * وان كان مائلا * كا ب * فلنخرج من * ب * عمود * ب ز * فى المخالف على * ج د فى المخالف ولنخرج * ا ب * الى * ح * فان كان المخالف اغلظ فان ضوء ا ب * ينعطف من نقطة * ب * الى جهة * ب ر * ولا يصل اليه ابدا مثل ب ط * وان كان المخالف الطف فينعطف الى خلاف جهة * ب ر * مثل ب ك * و زاوية الانعطاف * هى * ح ب ط * على الاول و * ح ب ك على الثانى *

الفصل الخامس

(ه) زاوية الانعطاف تختلف من موقع ضوء عن مبدأ بعينها مثل * ب

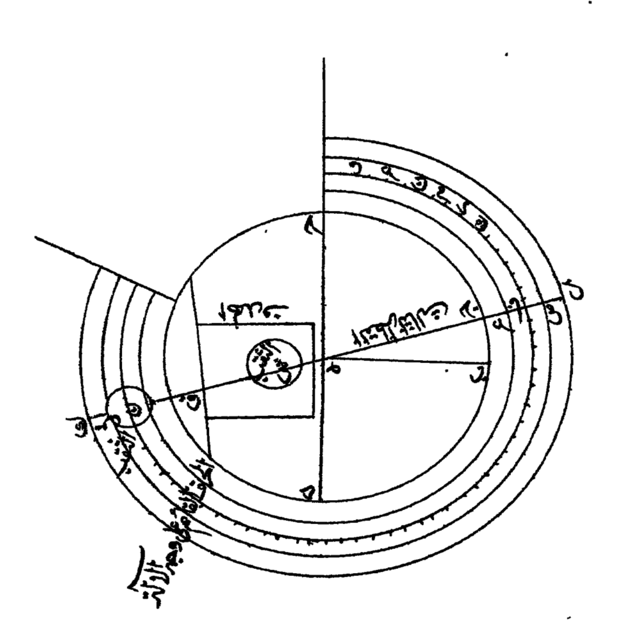
عن

الشكل الف ١٢٣



الشكل ب ١٢٤

هذه صورة وجه الآلة في نسخة ليدن وظاهر ان فيها اختلاف خصوصاً في هيأة الهدف - لف



عن * ا * صغراً وكبراً بحسب اختلاف المخالف فى درجات الغلظ واللطافة
فان كان اغلظ من الاول فكلما كان اشد غلظا كانت زاوية * ح ب ط *
اعظم وكلما كان اقل كانت اصغر وان كان الطف فكلما كان اشد لطفا كانت
زاوية * ح ب ك * اعظم وكلما كان اقل كانت اصغر وعلى ذلك ان كان السطح
المخالف كريا * ﴿ الشكل – ١٢٤ ﴾

﴿ قال وصف الآلة التى بها يعتبر سائر معاني المقالة ﴾

يتخذ المعتبر صفيحة من النحاس مستديرة قطرها ليس باقل من ثلثى ذراع
وسمكها مقتدر قوى ولها حرف مستدير حولها قائم على سطحها على زوايا
قائمة ليس ارتفاعها باقل (١) من عرض اصبعين وفى وسط ظهر الصفيحة
شخص صغير اسطوانى مستدير قائم على سطح الصفيحة طوله ليس باقل
من ثلاث اصابع وليركب هذه الآلة فى الشهر الذى يخرط فيه الخراطون
آلات النحاس و يركب احد سنى الشهر فى مركز الصفيحة و الآخر
فى وسط طرف الشخص الاسطوانى و ليخرط الآلة خرطا صحيحا من
جميع جهاتها *

(اقول) وذلك يكون مثل ام الاسطرلاب ولهذه الآلة وجه وظهر وقد
وصفها وشكل الظهر دون الوجه وانا اضيف الى ذلك تشكيل الوجه ايضا *
(قال) ثم ليخط فى وجه الصفيحة قطرى * ا ب * ج د * متقاطعين عند
ه * على قوائم ثم يعلم عند قاعدة حرف الآلة نقطة * ر * ولبكن بعدها عن
احد اطراف القطرين و ليكن * ا * قدر اصبع ثم يخرج من هذه النقطة
قطرا ثالثا وهو * ر ح * ثم يخرج من طرفى هذا القطر عمودى * ر ك * ح ل *
على وجه الصفيحة فى سطح حرف الآلة ثم يفصل من احدهما من عند النقطة

---

(١) فى ن – باقل من ذراع من عرض الخ *

التي عند الوجه ثلثة خطوط متساوية متوالية طول كل نصف طول شعيرة وليكن * ر م * م ن * ن س * فيعلم على العمود ثلث نقط هي * م * ن * س * سوى التي على وجه الصفيحة ثم يرد الآلة الى الشهر ويرسم فيها ثلث دوائر متوازية على سطح الحرف تمر بالنقط الثلاث فيقطع العمود الآخر بالدوائر الثلث ويعلم عليه نقاط ثلث نظائر للاولى هي * ع * ف * ص * وتنفصل خطوط كما عن الاول ويكون كل نظيرتين مثل * م ع * و * ن ف * و * س ص * طرفى قطر لاحدى الدوائر الثلث ثم يقسم الدائرة الوسطى من الثلث بثلاث مائة وستين جزأ وبادق من ذلك ان امكن ثم يثقب في حرف الآلة ثقبا مستديرا مركزه النقطة الوسطى اعنى * ن * ونصف قطره بقدر واحد الخطوط الثلثة فيما بين (١) محيط الثقب الدائرتين المتطرفتين ثم تتخذ صفيحة لطيفة مربعة ذات سمك مقتدر طولها بقدر ارتفاع الحرف وعرضها قريب منه وليستو سطوحها الستة المتوازية بغاية ما يمكن فتكون نهايات السطوح خطوطا مستقيمة ثم ليتمد سطحها الذى يحيط به طولها وعرضها وينصف عرضه ويصل بين منتصفيهما بخط ينصف السطح طولا ثم يفصل من هذا الخط مبتدئا من احد طرفيه ثلثة خطوط متساوية مساوية للثلثة المذكورة المفصولة عن العمود فيعلم عليه ثلث نقط كما على العمود ولتكن * ر * ش * ت * ثم يجعل النقطة الوسطى مركزا ويمد احد الخطوط دائرة فيما بين (٢) النقطتين الاخيرتين ثم يجعل الدائرة ثقبا فيكون كما في الحرف قدرا ووضعا ثم ينصف نصف القطر الثالث الذى يلي ثقب الحرف ويجيز على المنتصف وليكن * ق * عمودا على القطر في وجه الصفيحة الاولى ثم يركب الصفيحة الثانية على الاولى بحيث يركب سمكها على وجه الاولى واحد

---

(١) ن - ل - فيماس * (٢) ن - ل - فيماس * عرضى

عرضى وجهها الذى يلى الخطوط المفصولة على العمود الذى اجيز و نقطة منتصفه على * ق * فاذا تحررت هذه النصبة التصقت الصغيرة بالكبيرة الصاقا ثابتاً ملتحما فيتقابل الثقبان وضعا ويكون الخط المستقيم المار بمركزى الثقبين فى سطح الدائرة الوسطانية من الدوائر الثلث المتوازية وموازيا للقطر الثالث *

(اقول) وانا اذاقلت خط الثقبين فانما اريدبه هذا والصفيحة الثانية بمنزلة هدف الاسطرلاب *

(قال) واذا فرغ مما ذكرنا فليقطع من حرف الآلة الربع الذى انفصل بالقطرين الاولين الذى بين احدى نهايتيه وطرف القطر الثالث قدر اصبع وهو ربع * اج * ويسوى موضع القطع حتى يستوى مع وجه الصفيحة ثم يتخذ مسطرة من النحاس طولها ليس باقل من ذراع وكل من عرضها وسمكها قدر اصبعين ويسوى سطوحها الستة بغاية مايمكن ويثقب فى وسط احد سطحيها اللذين يحيط بهما طولها وعرضها ثقبا قائما على السطح الى الوجه الآخر بحيث يتهندم فيه الشخص الذى على ظهر الآلة تهندما مستحكما ثم يركب الآلة على المسطرة ويدا خل الشخص فى ثقب المسطرة الى ان ينطبق سطح الآلة على سطح المسطرة وان ثقب ما يفضل من الشخص دخل فيه شظية من النحاس تمنعه من الخروج على مثال فرس(١) الاسطرلاب كان اجود فاذا انطبق فليقطع ما فضل من طرفى المسطرة على قطر ظهر الصفيحة لانا فرضنا المسطرة اطول منه بثلث ذراع فاذا قطع الفضلتين فليردهما الى طرفها بالتركيب بان يطبق احد وجهى الفضلة على ظهر الآلة ويجعل الفضلتين من فوق طرفى ما بقى من المسطرة ويكون ما يركب من كل

(١) ن — قوس *

واحدة من الفضلتين على ثقبة المسطرة قدر اصبع واحدة فاذا تحرر هذا الوضع فليلحم الفضلتين على طرفي المسطرة او يسمرهما ثم ليتخذ مسطرة من النحاس طولها ليس اقل من نصف الذراع وعرضها ضعف قطر الثقب الذى فى حرف الآلة وسمكها مقدار قطر الثقب ويصحح المسطرة غاية ما يمكنه ثم يحذف من احد عرضيها قدر مثلث حتى يحيط نهاية طولها مع نهاية العرض بزاوية حادة ويجعل عرضها الآخر قائما على طولها على زاوية قائمة ثم ينصف هذا العرض ويخرج من المنتصف فى وجه المسطرة عمودا على العرض *

(اقول) وانا اسميه خط المسطرة *

(قال) فهذه المسطرة اذا اطبقت وجهها على وجه الصفيحة كان سطحها الاعلى فى سطح الدائرة الوسطى واذا اقيمت على حرفها كان خطها فى سطح الوسطانية وهذه صوروجه الآلة وظهرها والمسطرة ﴿ الشكل - ١٢٥ - ١٢٦ - ١٢٧ ﴾ *

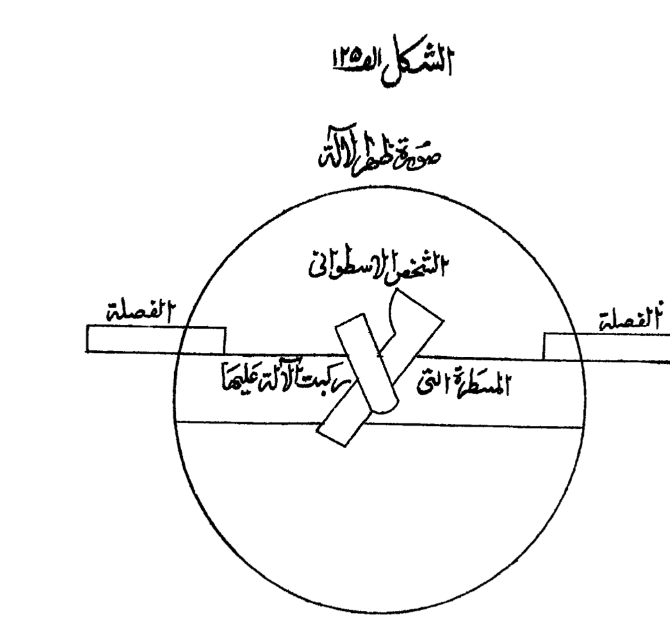
﴿ كيفية العمل بها ويشتمل على اعتبارات سبعة ﴾

﴿ (١) اعتبار ما ذكر فى الماء ﴾

الاعتبار الاول

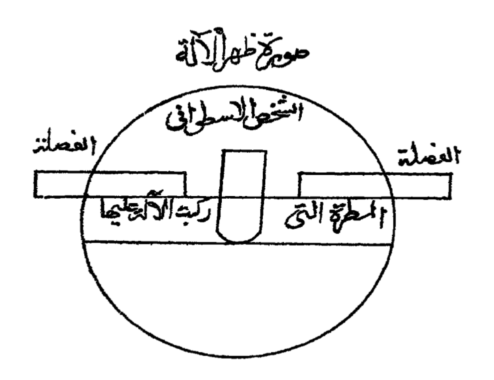
يعتمد المعتبر اناء قائم الحروف كحوض من حجر وما يماثله ويسوى حرفه حتى يكون السطح المار به مستويا و يجعل فى قرار الاناء جسما منقوشا بين النقش ثم يسكب فيه ماء صافيا و يصبر الى ان تسكن حركته ثم يطلع على الاناء و يجعل بصره منه بحيث يكون الخط المتوهم بين بصره وبين ما فى القرار عمودا على سطح الماء عند الحس ويحفظ هذا الوضع و يتأمل ما فى قراره فانه يجده على ما هو عليه لو كان الاناء خاليا فيتحقق ان

ما


الشكل الـ١٢٥
صورة ظهر الآلة
الشخص الاسطوانى
الفصلة
الفصلة
المسطرة التى ركبت الآلة عليها

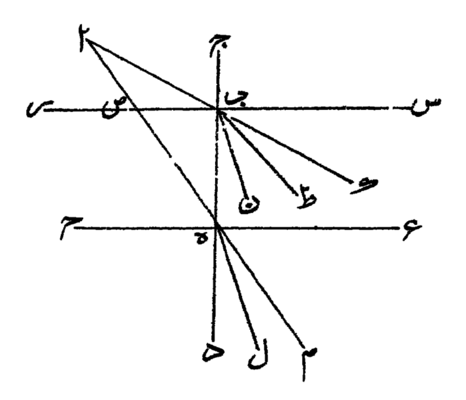
الشكل ١٢٥ ب

هذه صورة ظهر الآلة في النسخة الليدنية. ك



الشكل ١٣٦٢

الشكل ١٢٧



ما يدركه فى قراره اذا نظر اليه على ذلك الوضع ادرك ترتيب اجزائه على ماهو عليه ثم يضع الاناء موضعا تشرق عليه الشمس ويتحرى ان يكون سطح دائرة حرف الاناء موازيا للافق وذلك يسهل بأن يرسم داخل الاناء قريبا من محيط حرفه وليكن بأقل من اصبع دائرة موازية لمحيط حرفه و يجعل الفصل المشترك بين سطح الماء و سطح حرفه ثم يدخل الآلة فى الاناء على هيئة سطح يقام على سطح الماء الى ان تنطبق الفضلتان على حرف الاناء ويصير نصف الآلة مع جميع المسطرة فى داخل الاناء ثم يزيد فى الماء او ينقص منه الى ان ينتهى الماء الى مركز الصفيحة ثم يدير الآلة حول الاناء الى ان يستظل ما فى داخل الماء من حرفها او بعضه بما فوق الماء منه ثم يمسك المسطرة باحدى يديه ويدير الآلة بالاخرى على نفسها الى ان يحاذى ثقب الحرف جرم الشمس وينفذ ضوءها منه فى الثقب الثانى الذى فى الهدف وينفذ منه الى سطح الماء وليتحر ان يكون وضع الضوء الذى على سطح الماء من الثقب الثانى وضعا معتدلا *

(اقول) ليكون مستدير الشكل حسا *

(قال) فاذا تحرر هذا الوضع فيرفع يديه عن الآلة و يعود الى وضعه المحفوظ اولا و ينظر الى قرار الماء من الربع المقطوع ليجد الضوء النافذ من الثقبين على باطن حرف الآلة كدائرة مركزها على محيط الوسطانية ويكون محيطها متجاوزا عن الدائرتين المتطرفتين قدرا يسيرا على التساوى ثم يعتمد عودا دقيقا كالخلالة و ماشا بهها و يلصقها بظاهر الثقب الاعلى كالقطر له و ينظر الى الضوء الذى فى داخل الماء والذى فى سطح الماء فانه يرى ظلها كالقطر للضوءين وكذلك ان جعلت الخلالة نصف قطر فانه يجد ظلها

كذلك فطرف ظلها على مركزى الضوء ئن وعلى اى وضع جعلها من الاوتاد والنصافها واجزائها فانه يرى ظلها كذلك وكذا ان جعل الخلالة على الثقب الثانى باى وضع شاء فيتبين من هذا الاعتبار ان الضوء انما يصل الى مركز الضوء الداخل من مركز الضوء الذى على سطح الماء فان كان الضوء الذى فى سطح الماء خفيا فليدخل المسطرة الدقيقة فى الماء و يلصق حرفها بسطح الصفيحة و يجعل وجهها الذى فيه الخط يلى سطح الماء و يحركها حتى يصير سطحها مع سطح الماء واذا كانت المسطرة قائمة على حرفها فان خطها فى سطح الدائرة الوسطى وعند هذا الوضع يظهر الضوء الذى فى سطح الماء على سطح المسطرة ومركزه على خطها فاذا اعتبر حاله بالخلالة تبين ان مركزه على خط الثقبتين وكان سطح الماء مارا بمركز الصفيحة فكذلك سطح المسطرة فبعد مركز الضوء من مركز الصفيحة مثل نصف عرض المسطرة فمركز الضوء هو مركز الدائرة الوسطى ثم ينبغى ان يرفع المسطرة و يلصق وجهها الذى يقابل الوجه الذى فيه الخط بسطح الصفيحة و يجعل زاويتها الحادة عند مركز الضوء الداخل اعنى الزاوية التى فى وجه الخط و يحرك المسطرة حتى يصير الحد الاسفل منها مارا بمركز الصفيحة فيكون حدها الاعلى الموازى للاسفل الموضوع طرفه على مركز الضوء الداخل مارا بمركز الوسطى فتكون النقطة من حدها الاعلى التى فى سطح الماء هو مركز الدائرة الوسطى فهو مركز الضوء الذى فى سطح الماء والحد الاعلى قطرا للوسطى فاذا تحرر هذا الوضع فليعتمد خلالة طويلة يدخلها فى الماء و يجعل رأسها على نقطة من الحد و يتأمل الضوء الداخل فانه يجد ظل الخلالة قاطعا للضوء و رأسه عند قرنة المسطرة التى عند مركز الضوء ثم يغير وضع الخلالة

و رأسها فى موضعه فيتغير وضع الظل من الضوء الداخل فظل رأس الخلالة
غير مفارق عن مركز الضوء ثم يرفع الخلالة فيعود الضوء الى موضعه وكذا
ان جعل الخلالة على عدة مواضع من الحد واعتبر كما ذكر وجد الامر على
ماذكر فتبين واضحاً ان الضوء الوارد الى مركز الضوء الداخل هو من
مركز ضوء السطح على سمت الخط المستقيم الذى هو حد المسطرة واذ ذلك
فتبين المقصد الاول فى الماء و ينبغى للمعتبر ان يعلم على مركز الضوء الداخل
علامة باقية بخدشة من حديد ونحوه واذا تأمل مركز الضوء فانه و ان
كان على الوسطى لكن لا يجده على موازاة القطر الثالث اعنى على عمود
ح ل . بل يجد بين طرف قطر الوسطى اعنى * ف * وبين مركز الضوء
بعدا محسوساً واذا تبين له ذلك فينبغى ان يداخل المسطرة الدقيقة فى الماء
ويلصقها بوجه الصفيحة ويجعل حد المسطرة على مركز الصفيحة ويحرك
المسطرة الى ان يصير حدها قائماً على سطح الماء عند الحس ثم يتأمل فانه يجد
مركز الضوء الداخل فيما بين حد المسطرة وبين * ف * وليعلم ايضا عند
طرف المسطرة علامة باقية فيتبين ان الضوء قد مال عن استقامة قطر
الوسطى اعنى خط الثقبين الى جهة العمود الخارج من موقع الضوء وليس
هذا الانعطاف فى الهواء ولا فى الماء فبقى ان يكون عند سطح الماء وهو
من المقصد الثاني ـ ولان طر فى الخط الذى انعطف عليه الضوء فى سطح
الوسطى وكذا طرفا العمود الخارج من موقع الضوء نخط الضوء اعنى خط
الثقبين والعمود الذى انعطف عليه جميعا فى سطح الوسطانية وهو من المقصد
الثالث ـ ثم الانعطاف المذكور انما يوجد اذا كان الضوء النافذ من الثقبين
مائلا على سطح الماء فاما اذا كانت الشمس عند سمت الرأس والضوء قائم

على سطح الماء فيوجد نافذا على استقامة الى ء ف * غير منعطف و هذا ايضاً من المقصد الثانى - ومساكن هذا الاعتبار واوقاتها لاتخفى على اهل هذا العلم .

الاعتبار الثانى

٢ - اعتبار ماذكر فى الزجاج اذا كان مستوى السطح

يتخذ المعتبر عدة قطع من الزجاج النقى الصافى ولتكن كلها مكعبة متساوية فى غاية ما يمكن من الصحة طول كل ضعف قطر الثقب ولتسو سطوحها بالحك غاية ما يمكن ثم اجل جلاءاً شديدا ثم ليخرج فى وسط الصفيحة قطر مقاطع للثالث على قوائم وليرسم بالحديد ليبقى اثره ثم يركب احدى الزجاجات على وجه الصفيحة بان يطبق احد سطوحها على وجهها و واحد من اضلاعه على القطر المخرج و يجعل منتصف الضلع عند مركز الصفيحة وجسم الزجاجة مما يلى الثقبين فيصير خط الثقبين مارا بوسط سطح الزجاجة فاذا تحرر هذا الوضع الصق لزجاجة بالصفيحة الصاقا ثابتا و ليكن سهل الفك اذا اريد ثم يأخذ الثانية ويجعلها من وراء الاولى اعنى مما يلى الثقبين و يطبق سطحها على سطح الصفيحة بحيث ينصفه القطر الثالث على موازاة ضلعيه المتوازيين و يلصق احد سطوحها القائمة بسطح الزجاجة الاولى ثم يلصقها بالصفيحة كالصاق الاولى و يفعل مثل ذلك بعدة من الزجاجات الى ان ينتهى الى الهدف او يقرب منه بحيث لا يبقى موضع زجاجة اخرى فيكون حينئذ القطر الثالث مارا باوساط سطوح الزجاجات كلها وارتفاع الزجاجات ضعف قطر الثقب فيكون خط الثقبين مارا بمراكز سطوح الزجاجات قائما على السطوح كلها ثم يعتمد المسطرة الدقيقة فيثبتها على حرفها فى وسط الصفيحة ويجعل وجهها مما يلى الزجاجة

الاولى ونهاية طول المسطرة قاطعة للقطر الثالث على قوائم فاذا تحرر هذا الوضع الصق المسطرة بالصفيحة الصاقا ثابتا سهل الفك فيكون اذن خط الثقبين قاطعا لخط المسطرة على قوائم وهما معا فى سطح الوسطانية ثم ليركب الآلة فى الاناء المقدم ذكره المحرر وضعه من الافق وليكن خاليا من الماء وليضع الاناء فى الشمس ويدير الصفيحة على نفسها الى ان ينفذ ضوء الشمس من الثقبين على الزجاجات ثم ينفذ منها الى وجه المسطرة ويكون وجه المسطرة حينئذ مستظلا بحرف الآلة من فوق فيظهر عليه الضوء ويتأمل فانه يجد مركز الضوء على خط المسطرة ثم ليأخذ خلالة وليضع طرفها على مركز ثقب الحرف فانه يرى ظل طرفها عند مركز الضوء على وجه المسطرة و عند ذلك فلينقط على طرف الظل الذى فى وسط الضوء الذى على المسطرة نقطة بالسواد فتكون على خط المسطرة وكذا اذا اعتبر(١) ظل الخلالة من وضعها على الثقب الثانى اوعلى الضوء الذى على سطح الزجاجة مما يلى الثقب الثانى وكذلك ان نقط بالسواد نقطة وسط الضوء الذى على سطح الزجاجة فانه يرى ظلها عندوسط الضوء الذى على وجه المسطرة حيث النقطة المعلمة فتبين من ذلك ان ضوء خط الثقبين عر بوسط الزجاجة وينتهى الى مركز ضوء المسطرة فاذا تم هذا الاعتبار فيقلع الزجاجة التى تلى الثقب الثانى ويتأمل الضوء ويعتبر مثل اعتباره اولا فانه يجد الامر كما وجده اولا وكذلك يقلع الثانية والثالثة الى آخرها وفى كل مرة يعتبر اعتباره ليجد كما وجده فتبين له من ذلك ان ضوء الثقبين قد مر بمراكز سطوح جميع الزجاجات على استقامة فالضوء ينفذ فى الزجاج ايضا على سموت خطوط مستقيمة واذا كان عمودا على سطحه المستوى فانه

---

(١) ن - عبر ☆

ينفذ فيه على استقامة وذلك من المقصد الاول والثانى*

٣ - اعتبار النفوذ اذا كان سطحه كريا

ليتخذ نصف كرة من الزجاج او البلور فى غاية ما يمكن من الصحة والصفاء والجلاء و ليكن نصف قطرها اقل مما بين الهدف و مركز الصفيحة ثم ابخرج فى قاعدتها قطرا ويفصل عنه من عند مركز ها خطا مساويا لقطر النقب ويخرج فى القاعدة من موضع الفصل وترا يكون عمودا على القطر ثم لبقطع الزجاجة بالخرط و الحك على هذا الوتر بسطح قائم على قاعدة الزجاجة ويقدر الزاوية التى بين السطحين بزاوية قائمة تعمل من النحاس و يحرر القطع بغاية ما يمكن و يجلو موضع القطع فيكون الفصل المشترك بين سطحى القطع والقاعدة القائم احدهما على الآخر خطا مستقيما هو الوتر المخرج اولا والخط الواصل بين مركز الكرة ومنتصف الفصل عمودا على سطح القطع وليعلم على المنتصف علامة ثم يركب هذه الزجاجة على الصفيحة ويجعل حدبتها مما يلى الثقبين ويطبق سطح القطع على وجه الصفيحة والفصل على القطر المخرج القائم على القطر الثالث ومنتصف الفصل على مركز الصفيحة فاذا تحرر هذا الوضع يلصقها بالصفيحة الصاقا ثابتا ثم يركب المسطرة الدقيقة على وجه الصفيحة مواجهة لقاعدة قطعة الكرة الزجاجية كما ركبت فى الاعتبار المتقدم ويضع الآلة فى الاناء والاناء فى الشمس كما مر و يتأمل الضوء الذى على وجه المسطرة و يعتبر بظل الخلالة كما اعتبر فانه يجد الامر كما وجد وذلك ان الضوء نفذ فى الزجاجة على خط مستقيم وهو فى هذه الحالة اعنى ضوء الثقبين عمود على سطح الزجاجة الكرى نافذ فيها على استقامة وانما قلنا ان الضوء عمود على سطح الكرة لان هذا الضوء مواز للقطر الثالث

والبعد

والبعد بينهما بقدر قطر الثقب وكذلك الخط المخرج من مركز الكرة الزجاجية الى مركز الثقب والخطان اعنى الضوء والخط المخرج معاً فى سطح الوسطانية فالضوء يمر بمركز الكرة فيكون عموداً على سطحها ثم ينبغى للمعتبر ان يرفع المسطرة ويتأمل الضوء فانه يجده على حرف الآلة ومركزه على الفصل المشترك بين الخط القائم على طرف القطر الثالث ومحيط الوسطانية اعنى *ف* فمركز الضوء الذى على حرف الآلة ومركز الكرة ومركز الثقب جميعاً على خط واحد هو قطر الوسطانية وبين ان هذا الضوء قائم على قاعدة نصف الكرة وعلى سطح الهواء المتصل به فان سكب الماء فى الاناء الى ان يصل الى الزجاجة وتجاوزها ووضع الآلة والاناء كما ذكر فانه يجد مركز الضوء ايضاً على طرف قطر الوسطانية وان قلع المعتبر الزجاجة وعكس وضعها اعنى انه جعل قاعدتها مما يلى الهدف والفصل المشترك بين القاعدة وسطح القطع قاطعاً للقطر الثالث على قوائم ومنتصفة على القطر وتأمل الضوء الذى عند حرف الآلة فانه يجد مركزه على طرف قطر الوسطانية فتبين نفوذ الضوء فى الزجاجة على استقامة وكذلك لو سكب الماء فى الاناء الى ان يبلغ الزجاجة فتبين من جميع الاعتبارات ان الضوء اذا لقى جسماً مخالفاً وكان عموداً على سطحه فانه ينفذ فيه على استقامة سواءً كان اغلظ او الطف *

الاعتبار الرابع

(٤) اعتبار النفوذ اذا كان الضوء مائلا

ينبغى ان يقلع الزجاجة ويردها الى الصفيحة ويجعل السطح المستوى اعنى القاعدة مما يلى الثقبين ووسط الفصل على القطر الثالث والقطر مائلا على الفصل الى الجهة التى كان ميله اليها عند اعتبار الماء فيكون العمود الخارج من مركز الكرة على سطح القاعدة الممتدة فى جسم

الزجاجة ما ئلا عن خط الثقبين نحوهما ثم يلصق الزجاجة على الوضع المذكور ويضع الآلة في الاناء والاناء في الشمس ويعمل العمل المذكور ويتأمل الضوء الداخل فانه يجد مركزه على محيط الوسطانية لكن لا على * ف * بل ما ئلا عنه الى جهة العمود وضوء الثقبين يصل مستقيما الى مركز الكرة و ينفذ فيها مستقيما فيكون نفوذه على سمت قطر من اقطار الكرة فيكون عمودا على سطح الكرة فينفذ في الهواء المماس لما داخل الآلة على استقامة فلوكانت استقامة القطر استقامة الضوء النافذ في الثقبين لكان مركز الضوء الداخل * ف * ولما لم يكن دل على انه ينعطف عند سطح الزجاجة المستوى الى الجهة المذكورة اعني جهة العمود الخارج من موضع الانعطاف على سطح المخالف وذلك من المقصد الرابع *

الاعتبار الخامس

(٥) اعتبار المذكور بوجه آخر

ينبغي ان يقلع الزجاجة ويركبها بالعكس اعني انه يجعل محدبها مما يلي الثقبين و يجعل وسط الفصل المشترك على مركز الصفيحة والفصل ما ئلا على القطر الثالث و يلصق الزجاجة الصاقا ثابتا ويخرج من مركز الصفيحة خطا في وجهها عمودا على الفصل فيكون عمودا ايضا على سطح القاعدة ثم يدخل الآلة في الاناء ويضعها في الشمس ويعمل عمله ويتأمل الضوء الداخل فانه يجد مركزه على الوسطانية لا على *ف * بل مائلا عنه الى ضد جهة العمود المخرج من مركز الصفيحة وهذا الضوء يمتد في الزجاجية على استقامة ضوء الثقبين لان خط الثقبين يمتد مستقيما الى مركز الوسطانية وهو مركز الكرة بعينه فالخط عمود على سطح الكرة

فينفذ

فينفذ فيها مستقيما ولكونه غير منته الى * ف * فهو منعطف عند مركز الكرة من سطح القاعدة ولانه منعطف الى ضد جهة العمود وهو نافذ فى الهواء من الزجاج والهواء الطف فتبين ان الانعطاف اذا كان من الاغلظ الى الالطف فانه يكون الى خلاف جهة العمود وذلك من المقصد الرابع وان سكب فى الاناء ماء الى ان يبلغ مركز الصفيحة وتأمل الضوء وجد على مثل الحالة الاولى الا ان بعد مركز الضوء عن * ف * يكون اقل مما كان فى الهواء والماء اغلظ من الهواء والطف من الزجاج فتبين ان الضوء اذا انعطف من الاغلظ فى الالطف فكلما كان المنعطف فيه اقل لطافة كانت زاوية الانعطاف اصغر وهذا من المقصد الخامس وعلى جميع مراتب اللطافة فان الانعطاف يكون الى ضد جهة العمود *

(٦) الاعتبار بوجه آخر

الاعتبار السادس

ينبغى ان يقلع لزجاجة ثم يركبها على وجه الصفيحة بحيث تكون حدبتها مما يلى الثقبين وسطح قطعها منطبقا على وجه الصفيحة والفصل على القطر القائم على القطر الثالث ووسط الفصل خارجا عن مركز الصفيحة ويلصق الزجاجة ويقيم المسطرة الدقيقة على حرفها على وجه الصفيحة تحت الزجاجة موازيا للقطر القائم مواجهة للزجاجة فيكون خط الثقبين غير منته الى مركز الكرة بل يكون عن جنبة منها ويكون مائلا كذلك على سطح الكرة ثم يضع الآلة فى الاناء والاناء فى الشمس على الوضع المذكور ويعمل عمله ويتأمل الضوء على وجه المسطرة فانه يجد مركزه على الخط لكن لا على استقامة خط الثقبين بل مائلا عنه الى الجهة التى فيها مركز الزجاجة فخط الثقبين قائم على قاعدة الزجاجة لانه موازٍ لقطر الصفيحة القائم على القاعدة فضوء

الثقبين لو امتد على استقامة فى الزجاجة الى سطحها المستوى كان يمتد على استقامة فى الهواء ايضاً وكان مركز الضوء على استقامة واذ ليس فهذا الانعطاف لايكون الا عند سطح الزجاجة الكرى وهو على الطريقة المعلومة اعنى انه منعطف الى جهة العمود *

(واعلم) ان الضوء عند خروجه من سطح القاعدة يكون منعطفا الى ضد جهة العمود الا انه اذا كانت المسطرة قريبة جدا من سطح الزجاجة فالميل لايكون بيناعند الحس *

الاعتبار السابع

٧ الاعتبار بوجه آخر

ينبغى ان يقلع الزجاجة ثم يركبها على وجه الصفيحة بحيث يكون سطح قاعدتها مما يلى الثقبين و الفصل منطبقا على القطر القائم ووسطها خارجا عن مركز الصفيحة ويلصقها ويعمل كما عمل ثم يتأمل الضوء فانه يجد مركزه على محيط الوسطانية لكن لاعلى * ف * بل مائلا عنه الى الجهة التى فيها مركز الكرة ولما كان خط الثقبين عمودا على سطح القاعدة فالضوء ينفذ فيها على استقامة الى سطحه(١) الكرى فلو نفذ فى الهواء على تلك الاستقامة لكان مركز الضوء * ف * ولما كان مائلا عنه الى الجهة المذكورة والعمود القائم على موضع الانعطاف من سطح الكرة مائل عن * ف * الى خلاف تلك الجهة فهذا الانعطاف هو الى ضد الجهة التى فيها العمود وان سكب فى الاناء ماء وجعل الماء دون مركز الصفيحة وفوق موضع الانعطاف من سطح الكرة وجد الانعطاف كما وجده الا ان مركز الضوء يكون اقرب الى طرف القطر اعنى * ف * فذلك انما هو لكون الماء اقل لطافة من الهواء فزاوية الانعطاف فيه اصغر منها فى الهواء *

(١) سطحها ١٢

﴿ تتمة البرهان على جميع المقاصد ﴾

واذ قد وجدناهذه الاحوال فى ضوء الشمس علمنا انها من خواص الضوء مطلقا لما قد تبين فى المقالة الاولى ان من خاصية الضوء الامتداد على سموت مستقيمة ذاتيا كان اوعرضيا قويا كان اوضعيفا ويمكن ان تعتبر هذه المعانى فى الاضواء العرضية اذا فرضنا بيتا مظلما فيه ثقب مقتدر يدخل منه ضوء النهار بالآلة المذكورة والاعمال المشروحة *

﴿ تكملة المقاصد ﴾

وقد تبين فى المقالة الاولى ان كل ضوء فى جسم مضيئ ذاتيا كان اوعرضيا قويا كان اوضعيفا فان الضوء يمتد من كل نقطة منه على كل خط مستقيم يصح ان يمتد من تلك النقطة فى الجسم الذى هى فيه فتبين من جميع مابيناه بالقياس والاعتبار ان كل ضوء فى جسم مضيئ فان كل نقطة منه يمتد منها ضوء فى الجسم المماس لها على كل خط مستقيم يصح ان يمتد منها واذا صادفت جسما مخالفا فالقائمة على سطح المخالف تنفذ فيه على استقامتها والمائلة تنعطف الى آخر الاحكام المذكورة *

(اقول) فان قيل على المقدمة الاولى التى ذكر تقدمها اذا كان كذلك فاذا استضاء سطح الماء فى الاناء عن ضوء الثقب قدر دائرة فكان من الواجب ان يستضيئ جميع اجزاء الماء وجميع سطح حرف الآلة الذى فى الماء من ذلك الضوء على السواء فلم يرى الضوء عن حرف الآلة قدر تلك الدائرة ولا يرى ضوء مثله فى سائر اجزاء الماء وسطح الحرف قلنا ذلك الضوء الذي يراه هو الضوء الاول الذى يمتد من نفس النير والذى تستضيئ به سائر اجزاء الماء فذلك ضوء ثان يمتد اليها من الدائرة المضيئة من سطح

الماء والضوء الاسطوانى النافذ فى الماء الى قراره وذلك مشاهد فانا نرى عيانا استضاءة جميع اجزاء الماء عند استضاءة قدر يسير من سطحه و نفوذ ذلك الضوء فيه الا انها اضعف بكثير من استضاءة الجزء من حرف الاناء بالضوء الداخل *

(فان قيل) ذلك الاستضاءة باى وجه من الوجوه الثلثة*

(قلنا) بالاستقامة فقط *

قال لمية الانعطاف

فاما لمية الانعطاف على النحو المذكور فهى ان الضوء ينفذ فى الاجسام المشفة بحركة فى غاية السرعة بحيث تخفى عن الحس كما قد تبين فى المقالة الثانية و لان الغلظ من موانع الحركة فالحركة فى اللطيف اسهل منها فى الغليظ والجسم المشف يمانع الضوء بحسب مافيه من الغلظ لان كل جسم طبيعى فانه لايخلو من غلظ وذلك ان الصفاء والشفيف ليس له غاية فى التخيل و هو فى الاجسام الطبيعية ينتهى الى غاية لايصح ان يتجاوزها فالاضواء تنفذ فى الاجسام بحسب شفيفها وتمانعها الاجسام المشفة بحسب غلظها فاذا صادف الضوء فى نفوذه جسما اغلظ كانت ممانعته لحركة الضوء اشد من ممانعة الجسم اللطيف الذى امتد فيه و اذا مانع الحركة تغيرت ضرورة فان كانت المانعة قوية ردت الحركة الى الجهة المضادة ولم يمكن للمتحرك حينئذ النفوذ فى الجهة التى كان متحركا اليها و المتحركات الطبيعية التى تتحرك على استقامة اذا نفذت فى جسم من الاجسام المنفعلة فان نفوذها على العمود القائم على سطح الجسم يكون اسهل و هذا المعنى يوجد مشاهدة فان انسانا لو اخذ لوحا رقيقا فسد به ثقبا واسعا وسمره من جوانبه

واخذ

واخذ كرة من الحديد ووقف مقابلا للوح ورمى بالكرة على اللوح بقوة قوية وتحرى ان تكون حركتها على العمود القائم على سطح اللوح فان اللوح يخرق وتنفذ الكرة فيه اذا اللوح فرض رقيقا والقوة قوية وان تحرى ان تكون حركة الكرة على خط مائل على سطح اللوح والقوة بحالها فان تلك الكرة تزلق على اللوح ولا تخرقه اذا لم يكن فى غاية الرقة وتميل عن جهة حركتها الى جهة اخرى وكذلك ان اخذ سيفا وضرب به عودا قويا بحيث يكون حد السيف قائما على سطح العود فانه يقطع العود وان ميل السيف لم يقطع بل ربما قطع بعضه وربما انقلب السيف وكلما كان اميل كان تاثيره فى العود اضعف وامثال ذلك كثيرة فتبين من هذا الاعتبار ان الحركة على العمود اسهل واقوى وان ما كان من المائلة اقرب الى العمود كان الحركة عليه اسهل مما بعد فالضوء اذا صادف جسما مشفا اغلظ فانه لغلظه يمانعه من النفوذ فى جهة حركته وليست الممانعة في غاية القوة فليس يعود فى الجهة التى تحرك منها فان كانت حركة الضوء على سطح المشف نفذ على استقامته لقوة الحركة وان كانت على خط مائل فلا لضعفها فيميل الى جهة هى اسهل نفوذا واسهل الحركات على العمود ثم على ماهو اقرب منه فالاقرب ولان الحركة المفروضة هى على خط مائل على سطح المشف فهى مركبة من حركتين حركة في جهة العمود النافذ وحركة فى جهة العمود الثانى على العمود الاول عند مبدأ النفوذ و لماعاقه غلظ الجسم عن النفوذ مستقيما وليست ممانعته في غاية القوة لزم ان يميل الى الجهة الاسهل وهى لما لم تكن الجهة التى اليها الحركة اولا لمكان الممانعة ولا جهة العمود على سطح المشف لعدم بطلان الميل الى جهة العمود الثانى بل انما اعتاق عنها اعتياقا فقط فوجب ان يميل الى جهة بين الجهتين

و ينعطف عن استقامته الى جهة العمود القائم على سطح المشف الثانى فذمن
موقع الضوء وكذلك اذا تحرك الضوء فى جسم مشف غليظ ثم صادف
جسما الطف وخرج من الغليظ كانت حركته اسرع واسهل واذا كان مائلا
على سطح المشف فحركته مركبة من الحركتين المذكورتين فتكون ممانعة
الجسم الاغلظ له عن الجهة التى اليها يخرج العمود الثانى اشد فاذا خرج ونفذ
فى الالطف كانت الممانعة اضعف وكانت حركته فى تلك الجهة اقوى
فينعطف لذلك الى خلاف جهة العمود *

(اقول) وانما اعتبر للممانعة عن الجهة التى اليها يخرج العمود الثانى دون
الاول لانه لاممانعة عن جهة الاول اذ ذلك اقوى الحركات واسهلها
وانما الممانعة مقصورة على الحركة الثانية هذا ماذكره ابن الهيثم رحمه الله
فى لمية الانعطاف على النحو المشروح ولا يخفى انه كلام خطابى وبيان تمثيلى
واما تمثيله بالسيف فذلك مخالف لما يعتقده مزاولو السيوف فانهم يرون
ان السيف اذا لم يكن مائلا فلاقوة لضربته وانما قوتها عند مايكون حده
مائلا على ضربيته *

الفصل الثالث

الفصل الثالث

فى كيفية انعطاف الضوء فى الاجسام المخالفة سبعة مقاصد *

مقدمة

قد تبين ان الضوء اذا انعطف فى جسم فان خطيه اللذين امتد على احدهما
وانعطف على الآخر فى سطح واحد وهو عند الاعتبارات المذكورة سطح
الوسطانية وهذا السطح قائم على سطح الافق لكونه موازيا لوجه الآلة
ثم لظهرها ثم لسطح المسطرة المربعة وهو قائم على سطح الفصلين المنطبق

على

على سطح حرف الاناء الموازى لسطح الماء الموازى للافق فالضوء الممتد في الهواء المنعطف في الماء يكون ابداً فى سطح مستوٍ قائم على الافق وعلى سطح الماء ومن الاعتبارات المذكورة بالزجاج والماء يظهر ان خطى الامتداد والانعطاف ابدا يكونان معاً فى سطح مستوٍ قائم على سطح المشف الثانى وكذلك اذا انعطف من الجسم الثانى الى الثالث ومن الثالث الى الرابع هذا هو كيفية انعطاف الاضواء فى الاجسام المشفة المخالفة اجمالا فامالم كان الانعطاف فى السطح القائم على سطح المخالف فلان خط الاستقامة مع العمود الخارج من موقع الضوء على سطح المخالف هما معا فى سطح قائم على سطح المخالف والضوء المنعطف لما كان انعطافه الى جهة العمود صار منعطفا فى هذا السطح ايضا لان جهة العمود هى فيه *

(اقول) وكذلك ان كان عن جهة العمود ولنقص المقاصد ايضاً *

(قال - ا) مقادير زوايا الانعطاف تختلف بحسب مقادير الزوايا التى يحيط بها الضوء والعمود الخارج من موضع الانعطاف فى الجسم الاول *

(اقول) وانا اسميها زاوية العطف ولنوضحه مع سائر المقاصد فى مثال فليكن المضيئ * ا * و * ج د * الخط المستقيم المذكور فيما قبل وليكن * ا ب * ا ه * خطين من خطوط الضوء الممتدة من * ا * الى * ج د * وفى جهة واحدة عن العمود الخارج من * ا * على * ج د * و * ب ر * ه ح * عمودين على سطح الجسم الثانى ونخرجهما فى جهتى * ب ه * الى * س ع * و زاويتا * ط ب ك * ل ه م * زاويتى انعطافى * ا ب * ا ه * خطين من خطوط الضوء الاول على ان الثانى اغلظ من الاول ولاشك ان زاوية ا ه ح * اعظم من زاوية * ا ب ر * و ذلك لان * ا ه * يقطع * ز ب *

الفصل الاول

وليكن على * ص * فزاوية * اص ز * اعنى * اه ح * اعظم من * اب ر *
(فنقول) انزاوية * ل ه م * اعظم من زاوية * ط ب ك (ب) ونسبة
زاوية * ل ه م * الى * اه ح * اعظم من نسبة زاوية * ط ب ك * الى
اب ر (ج) وتوجد زيادة * ل ه م * على * ط ب ك * اقل من زيادة
اه ح * على * اب د *

(واقول) ان فى العموم نظراد قيقا قد تبين فى ذيل الكتاب (د) وزيادة
اه ح * على * ل ه م * اعنى * م ه ع * اعظم من زيادة * اب ر * على * ط
ب ك * اعنى * ك ب س * وانما اسمى هذه الزيادة الباقية (ه) وان
المخالف اذاكان اغلظ كانت زاوية الانعطاف اعنى * ك ب ط * فى مثالنا
ابدا اقل من نصف زاوية العطف اعنى * اب ر (و) و اذا كان الطف
كانت زاوية الانعطاف اقل من نصف مجموع الزاويتين *

الفصل الثانى الفصل الثالث الفصل الرابع الفصل الخامس الفصل السادس

﴿ الشكل - ١٢٨ ﴾

(واقول) هذه عبارة ابن الهيثم رحمه الله والاوضح ان يقال كانت اقل من
زاوية العطف ولتكن زاوية الانعطاف على ان الثانى الطف * ط ب ن *
فيكون * ط ب ن * اصغر من * اب ر *

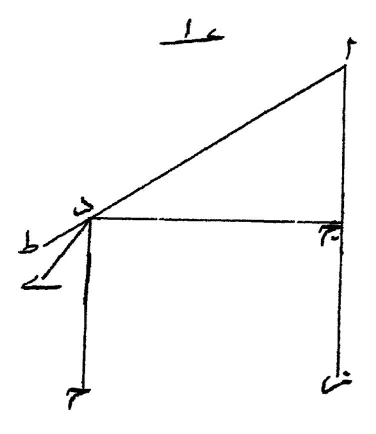
الفصل السابع

(ز) وزاوية الانعطاف التى يقتضيها عطفيته من جسم الطف فى مخالف مثل
التى يقتضيها عطفيته من المخالف فى الجسم الاول اذا كانت العطفية فى الثانى
مثل الباقية فى الاول *

(قال) واما تفاوت زاوية الانعطاف بحسب اختلاف المخالف فى الشفيف
فقد مر بيانه *

الاعتبارات

الشكل ١٢٨



الاعتبارات وهى خمسة

(١) اعتبار مقادير الزوايا الانعطافية فى الماء

يفصل المعتبر من الدائرة الوسطى من لدن مركز الثقب قوسا قدرها عشر درج ثم يخرج من نهاية القوس خطا قائما على وجه الصفيحة ومن نهايته عند قاعدة الحرف قطرا فى وجهها ويفصل من الوسطانية مما يلى نهاية القوس ربع المحيط ويعلم على نهايته ويخرج منها خطا قائما فى باطن حرف الآلة على وجه الصفيحة ومن موقعه نصف قطر الى مركز الصفيحة فيكون عمودا على القطر المخرج وتكون القوس التى بين طرف القوس المفصولة وبين (١) ثمانين درجة ثم يركب الآلة فى الاناء على مامر وقت طلوع الشمس ويملأ الاناء ماء الى مركز الصفيحة ويدير الآلة على نفسها الى ان ينطبق القطر المخرج على سطح الماء وحينئذ يكون قطر الوسطانية الموازى له منطبقا ايضا على سطح الماء عند الحس ثم يحفظ الآلة على وضعها المحرر ويراعى الشمس الى ان ينفذ ضوءها من الثقبين على سطح الماء منطبقا فيه الى حروف الآلة و يعلم على مركز الضوء الداخل ثم يرفع الآلة و ينظر الى الدرجات التى بين نقطة * ف * و بين العلامة فما كان فهو قدر زاوية الانعطاف التى تقتضيها زاوية عطف قدرها ثمانون درجة فى الماء ثم يفصل قوسا من الوسطانية قدرها عشرون درجة ويعمل العمل المذكور الى ان يحصل له قدر زاوية انعطاف تقتضيها زاوية عطف هى سبعون درجة وعلى ذلك يتعرف اقدار جميع زوايا الانعطاف التى تقتضيها زوايا العطف واحدة واحدة *

(٢) اعتبار مقاديرها فى الزجاج

اذا اراد استعلام زاوية انعطاف تقتضيها زاوية عطف فيفصل قوسا هى تمام

---

(١) كذا *

زاوية العطف من الربع من لدن مركز الثقب ويخط القطر ثم يعمد الى قطعة الزجاجة الكرية السابقة ذكرها ويركب سطح قطعها على وجه الصفيحة والفصل على القطر المخرج ووسط الفصل على مركز الصفيحة وسطح قاعدتها مما يلي الثقبين ويلصقها ثم يراعي ضوء الشمس الى ان ينفذ من الثقبين ويعلم على مركز الضوء عند حرف الآلة ثم يرفعها ويتأمل ما بين العلامة ونقطة ف * فذلك قدر زاوية الانعطاف المذكورة *

الاعتبار الثالث

٣ - اعتبار مقاديرها اذا كان الانعطاف من الزجاج الى الهواء

يفصل القوس ويخط القطر ويطبق سطح القطع على وجه الصفيحة والفصل على القطر المخرج ووسطه على المركز وتكون حدبة القطعة مما يلي الثقبين فاذا نفذ ضوء الشمس من الثقبين اعلم على مركز الضوء عند حرف الصفيحة ثم يرفع الآلة وينظر فانه يعرف قدر الزاوية على ما مر ويجد هذه المقادير كمقادير زوايا التي للانعطاف من الهواء الى الزجاج اذا كانت العطفية في الزجاج مثل الباقية في الهواء *

الاعتبار الرابع

٤ - اعتبار مقاديرها عند حدبة الزجاجة

يفصل القوس ويخط القطر ثم يفصل من القطر المخرج من لدن مركز الصفيحة خطا مساويا لنصف قطر الكرة الزجاجية ثم يخرج من طرف هذا الخط اى موضع الفصل عمودا على القطر الثالث ثم يطبق سطح القطع على وجه الصفيحة والفصل على العمود ووسط الفصل على النقطة التي اخرج منها العمود من القطر المخرج وسطح القاعدة مما يلي الثقبين فيكون خط الثقبين عمودا على سطح القاعدة ولان البعد بين مركز الوسطانية والصفيحة كالبعد بين مركز الكرة ومنتصف الفصل والبعد ان عمودان على وجه

الصفيحة

الصفيحة فهما متساويان متوازيان فكذلك الواصل بين مركزى الوسطانية والكرة و بين مركز الصفيحة ومنتصف الفصل متساويان متوازيان ايضا والواصل بين مركز الصفيحة ومنتصف الفصل مثل نصف الكرة لانا كذا فصلناه من القطر المخرج فالواصل بين مركزى الوسطانية ومركز الكرة نصف قطر الكرة فمركز الوسطانية على حدبة الكرة و خط الثقبين مع هذا الواصل يحيط بزاوية قدرها القوس المفصولة والخطان ينتهيان الى محيط الوسطانية فى مقابلة الثقبين و يفرزان منه قوسا اخرى مثلها ثم يراعى الضوء النافذ من الثقبين و يعلم على مركز الضوء الداخل علامة ثم يرفع الآلة و يتأمل مركز الضوء فيجده ابعد عن طرف القطر المخرج من طرف القطر الثالث وتكون القوس التى بين * ف * و بين مركز الضوء قدر زاوية الانعطاف التى تقتضيها زاوية عطف قوسها تمام القوس المفصولة و يكون هذا الانعطاف الى ضد جهة العمود وعلى ذلك يستعلم زاويا الانعطاف عن زوايا العطف المفروضة و يجد هذه المقادير بعينها هى مقادير زوايا التى لانعطاف الضوء من الهواء الى الزجاج *

(اقول) فاذا كانت نقطتان مضيئتان فى جسمين متجاورين و لم يكن الخط الواصل بينهما عمودا على سطحيهما كان سمت ورود ضوء الاولى الى الثانية سمتى ورود ضوء الثانية الى الاولى بعينها والا لاختلف زاويتا الانعطافين و سنحتاج الى هذه المقدمة فيما بعد والفرق بين الصورتين ان الانعطاف يكون فى احداهما الى جهة العمود و فى الاخرى الى خلاف جهته *

(قال) وان اعتبر المعتبر الزجاج والماء ايضاً عن حدبة الزجاج وعن سطحها

المستوى حصلت له مقادير زوايا الانعطاف من الزجاج الى الماء ويجد الزوايا اصغر مما كانت يجدها فى الهواء ،

(٥) اعتبار مقاديرها عند مقعر الزجاج

يتخذ زجاجة مقعرة تقعيرا اسطوانيا على مقدار نصف اسطوانة قائمة وليكن شكل جملة الزجاجة شكلا متوازى السطوح طوله يزيد على نصف قطر الزجاجة الكرية بمقدار شعيرة وعرضه مثل طوله وسمكه بقدر ضعف قطر الثقب وليكن التقعير فى احد جوانبها وقاعدتا التقعير الاسطوانى فى سطحى الزجاجة المربعين وطول الاسطوانة فى سمك الزجاجة ونصف قطر قاعدة الاسطوانة مثل نصف قطر الزجاجة الكرية ونهايات الزجاجة وسائر سطوحها مستقيمة ومستوية فى الغاية وعمل هذه الآلة يسهل بان يصب الزجاج فى قالب كما شرحنا فتخرج الزجاجة على الوجه المذكور ثم ليفصل المعتبر من محيط الوسطانية قوسا يريد اعتبار الزاوية بها ويخرج من طرفها القطر على الوجه المذكور ويتم العمل ويفصل من نصف هذا القطر الذى ينتهى الى مقابل القوس المفصولة من لدن مركز الصفيحة خطا يساوى نصف قطر قاعدة الاسطوانة ويخرج من نقطة الفصل عمودا على القطر الثالث ويخرجه فى الجهتين ثم يطبق سطح الزجاجة المربع على وجه الصفيحة ويجعل ظهر التقعير مما يلى الثقبين ويطبق الخط المستقيم المار بنهايتى الفصلين اللتين تفصلان عن قطر قاعدة الاسطوانة على هذا العمود ويتحرى ان يكون بعدا طرفى قطر قاعدة التقعير عن النقطة التى اخرج منها العمود متساويين فيكون مركز قاعدة التقعير على النقطة التى اخرج منها العمود فاذا تحرر هذا الوضع فليلصق الزجاجة فتكون الوسطانية قاطعة للتقعير الاسطوانى

على موازاة قاعدة التقعير فيحدث فيه نصف دائرة قطرها مواز لقطر قاعدة التقعير فيكون الخط الواصل بين منتصفى هذين القطرين وهو عمود على وجه الصفيحة لقيام الاسطوانة مساويا للواصل بين مركزى الوسطانية والصفيحة فيكون الواصل بين مركز الوسطانية ومركز النصف الحادث من قطع الوسطانية مساويا للواصل بين مركز قاعدة الاسطوانة ومركز الصفيحة وهذا الخط نصف قطر قاعدة الاسطوانة فالاول كذلك فمركز الوسطانية على محيط تقعير الاسطوانة والخط المار بمركزى الثقبين قائم على سطح الزجاجة المستوى الذى يلى حدبة الاسطوانة فضوء الثقبين يمتد فى الزجاجة على استقامة الى مقعرها ثم ينعطف من سطح المقعر لان هذا الخط لا يمر بمركز الدائرة التى فى تقعير الزجاجة وهذا الخط يلقى المقعر على نقطة واحدة ومركز الوسطانية على هذا الخط وهو ايضا على المقعر فهو النقطة بعينها فضوء الثقبين ينعطف من مركز الوسطانية فالقوس التى تكون بين مركز الضوء وبين * ف * هى التى توتر زاوية الانعطاف فبهذا الطريق يمكن اعتبار مقادير زوايا الانعطاف التى تكون عند مقعر الزجاجة وهذا الانعطاف هو من مقعر الزجاج الى الهواء وهى بعينها التى تكون لانعطاف الضوء من الهواء الى الزجاج عند مقعر الزجاجة بمثل ما تبين قبل واذا تبين المعتبر مقادير زوايا الانعطاف وتأملها تبين له جميع المقاصد المذكورة وهى كيفيات انعطاف الاضواء فى الاجسام المخالفة مفصلة *

الفصل الرابع

الفصل الرابع

فى ان ما يدركه البصر من وراء الاجسام المخالفة اذا كان مائلا عن الاعمدة القائمة على سطوحها هو ادراك بالانعطاف اربعة مقاصد *

مقدمه

قد تبين فى الفصل السابق ان الضوء الممتد من المضيىء فى الجسم المشف المتصل به فانه ينفذ فى كل جسم مخالف للاول متصل به امامستقيما اومنعطفاً سواء كان الضوء ذاتيا اوعرضيا وتبين فى المقالة الاولى ان المضيىء اذا كان متلوناً فان صورة لونه تمتد مع صورة ضوئه وتمتد مع امتداده غير مفارقة له وان البصر اذا ادرك الضوء ادرك اللون الممازج له *

الفصل الاول

(١) فتبين ان الاجسام المضيئة اذا كانت فى اجسام مجاورة للجسم الذى فيه البصر كالماء والسماء وسائر الاجسام المخالفة وامتدت صور نقاطها الى السطح المشترك ثم تفذت فى الجسم الذى فيه البصر مستقيمة ومنعطفة ثم رءاها البصر فانما يراها من السموت التى تنعطف عليها صور تلك النقاط غالباً اوالتى تنفذ الصور عليها مستقيمة فى الاقل و يكون انعطافها فى السطوح القائمة على سطح المخالف ولا يمتد من نقطة منها خط نافذ على الاستقامة اكثر من واحد ولا بد ان يمتد خط كذلك من كل نقطة ان لم ينته الى كثيف يحقق هذ المقصد اعتباران *

الاعتبار الاول

١ - اعتبار ماذكر بالآ لة فى الماء

يركب الآ لة الموصوفة فى الاناء ويضع الاناء فى موضع مضيىء باى ضوء كان بحيث يداخل الضوء الاناء ويسكب فيه ماءاً صافيا الى مركز الصفيحة ثم يضيق الثقبين اللذين فى الآ لة بشيىء من الشمع ولا يبقي منهما الاجزءاً يسيرا عند وسط الثقب و يداخل فى ما بين الثقبين انبوبا دقيقا ليحصر المسافة بين الثقبين ثم يدير الآ لة الى ان يقوم القطر الثالث على سطح الماء عمودا عليه ثم يعتمد خلالة بيضاء فيداخلها فى الاناء و يجعل رأسها

عند

عند * ف * وينظر من الثقب الاعلى ساتر ابصره الآخر فانه يرى
طرف الخلالة عند * ف * فان نحاها عن * ف * فانه لا يراها فيبين ان ادراكه
لطرف الخلالة انما هو على استقامة العمود الخارج من طرف الخلالة
على سطح الماء ثم ينبغي ان يميل القطر الثالث على سطح الماء ويداخل الخلالة
ويجعل رأسها عند * ف * وينظر من الثقب فانه لا يرى طرفها ثم يحرك
رأسها على محيط الوسطانية الى الجهة التى فيها البصر برفق ويتأمل حرف
الآلة الى ان يراها فاذا رآها فليثبت طرفها مكانه ثم يأمر غيره ان يداخل
فى الاناء عود اليس بالغليظ ولا فى غاية الدقة ويجعله عند سطح الماء مقابلا
للثقب الثانى ليكون عند مركز الدائرة الوسطى ويتأمل المعتبر داخل
الاناء فانه لا يرى طرف الخلالة ثم يأمر ان يرفع العود فينظر فانه يراها
ثم يعلم على موضع طرفها ويرفع الآلة ويتأمل فيجد بينه وبين * ف * بعدا
محسوسا وان داخل المسطرة الدقيقة فى الماء وجعل حرفها على مركز
الصفيحة واقام الحرف على سطح الماء عمودا واعلم على موضع حدها من
الوسطانية ثم رفع الآلة وتأمل العلامة فانه يجد موضع طرف الخلالة بين
ف * وبين علامة المسطرة *

٢ ـ اعتبار ماذكر فى الزجاج

ينبغى ان يركب الزجاجة الكرية على الصفيحة بحيث يكون سطحها المستوى
مما يلى الثقبين وفصلها المشترك عمودا على القطر الثالث ووسط الفصل
على القطر فيكون خط الثقبين عمودا على سطحى الزجاجة المستوى
والكرى ثم يركب الآلة فى الاناء ويدخل الخلالة فيه ويضع طرفها على
ف * وينظر من الثقب الاعلى ويتأمل فانه يرى طرف الخلالة وان نحى

طرفها عن موضعها لا يراها فتبين ان ادراكه لطرفها انما هو على استقامة
وان قلع الزجاجة وجعل حد بتها مما يلى الثقبين والفصل عمودا على القطر
الثالث ووسطه على القطر وعمل عمله وجد الامر كما وجد ثم ينبغى ان يقلع
الزجاجة ويخرج قطرا فى الصفيحة مقاطعا للثالث على زاوية منفرجة
ويركب الزجاجة على وجه الصفيحة بحيث يكون سطحها المستوى مما يلى
الثقبين وفصله على القطر المخرج ووسطه عند مركز الصفيحة ويلصق الزجاجة
فيكون خط الثقبين منتهيا الى مركز الزجاجة غير قائم على سطحها
المستوى قائما على سطحها الكرى ويخرج من مركز الصفيحة اولا عمودا
على سطح الزجاجة منتهيا فى الجهتين الى حرف الآلة ثم يخرج من طرفيه
خطين قائمين فى سطح الحرف على وجه الصفيحة فيقطعان الدائرة الوسطى
على نقطتين اذا وصل بينهما كان موازيا للعمود مارا بمركز الزجاجة قائما
على سطحيها المستوى والكرى وتكون النقطة منهما التى هى عن الزجاجة فى
خلاف جهة الثقبين مسقط العمود الخارج من مركز الزجاجة على سطحها
المستوى النافذ فى الزجاجة والاخرى كذلك لما فى الهواء ثم يضع طرف
الخلالة على * ف * وينظر من الثقب فلا يراه ثم يمرها على محيط الوسطانية
الى جهة مسقط العمود من حرف الآلة برفق الى ان يراها و يعلم عند
الطرف حينئذ ثم ان نحاها عن العلامة يمنة ويسرة فانه لا يراها قط وان
امر حينئذ بستر مركز لزجاجة بطرف عود دقيق فانه لا يراها ايضاً ثم يرفع
الآلة ويتأمل العلامة فيعلم انه انما رآها بالانعطاف من مركز الوسطانية
اى الزجاجة الى جهة العمود فى سطح الوسطانية والانعطاف ليس عند سطح
الزجاجة الكرى لان الخط الخارج من مركز الزجاجة الى سطحها يكون

عمودا

عمودا عليه فينفذ فى الهواء على استقامته فانما هو راجع الى الانعطاف.
سطحها المستوى فصورة طرف الخلالة انما امتدت مستقيمة الى مركز
الزجاجة ثم انعطفت عنده الى الثقبين ولا يراها البصر الا من سمت خط
الثقبين لان خطوط الشعاع التى تخرج من البصر فى هذه الحال ليس يصل منها
الى الزجاجة غير خط الثقبين لان الانبوبة تقطع جميعها سوى الخط المذكور
وهذا الانعطاف اعنى انعطاف صورة طرف الخلالة لى الثقبين يكون الى
ضد جهة العمود الخارج من المركز على سطح الزجاجة المستوى لان خط
الثقبين ابعد عن العمود من الخط الخارج من طرف الخلالة الى مركز
الزجاجة النافذ على استقامته فى الهواء وعلى مثل هذه الصفة كان الانعطاف
من الماء الى الهواء ثم ينبغى ان يقلع الزجاجة ويركبها بالعكس اعنى انه
يجعل حدبتها مما يلى الثقبين وفصلها المشترك على القطر المخرج ووسط الفصل
على مركز الصفيحة فيكون خط الثقبين مائلا على سطح الزجاجة المستوى
وقائما على سطحها الكرى ويخرج من مركز الصفيحة عمودا على القطر المخرج
ويلصق الزجاجة ويركب الآلة فى الاناء ويجعل طرف الخلالة على نقطة
ف * وينظر من الثقب فلا يراها ثم يحركها الى ضد الجهة التى فيها العمود وعلى
محيط الوسطانية برفق لى ان يراها فيكون الخط المستقيم الخارج من طرف
الخلالة الى مركز الزجاجة اذا امتد على استقامته فى الزجاجة وامتد معه العمود
الخارج من مركز الزجاجة القائم على سطحها المستوى كان خط الثقبين
متوسطا بينهما وصورة طرف الخلالة الممتدة على هذا الخط منعطفة عند مركز
الزجاجة على خط الثقبين فهذا الانعطاف الى جهة العمود *
(اقول) واذ قد تبين القصد المذكور فاعلم انه يحدث من كل نقطة مضيئة

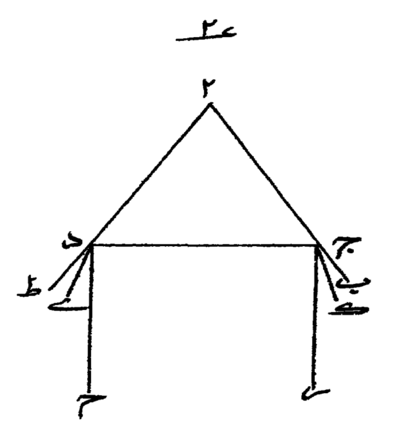
مخروطا ضوء احدهما مخروط تام فى الجسم الذى فيه النقطة رأسه هى وقاعدته سطح المخالف والآخر مخروط ناقص اصغر قاعدته سطح المخالف واتساعه الى جهة السمك اذا كان السطح مستويا واسمى الاول مخروط استقامتها والثانى مخروط انعطافها وكذا يحدث من كل صورة مضيئة مجسماضوء احدهما فى الجسم الذى فيه والآخر فى الذى يليه *

(اما الاول) فان كان سطح الصورة مساويا لسطح المخالف وعلى شكله ووضعه فاسطوانة على اختلاف اصنافها بحسب شكل الصورة وان كان سطحها غير مساو لسطح المخالف لكنه مشابه له وعلى وضعه فان كانت اعظم كان مخروطا ناقصا اتساعه من جهة الصورة وتضايقه من جهة السطح وان كان اصغر فبعكس ذاك *

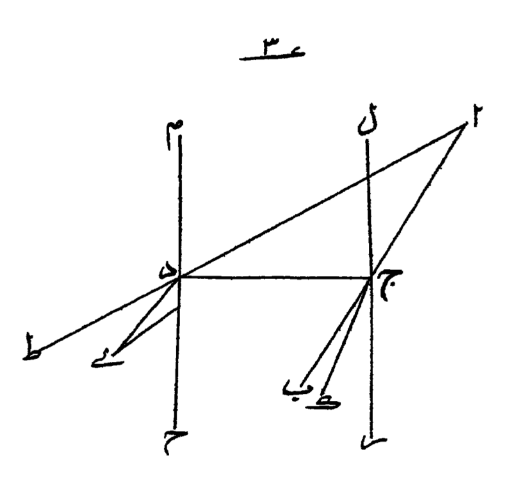
(واما الثانى) فمخروط ناقص اتساعه من جهة السمك ثم ان النقطة ان كانت فى الالطف وسطح المخالف دائرة والواصل بين النقطة ومركز الدائرة عمودا على الدائرة فان زاوية مخروط استقامتها تكون اعظم من زاوية مخروط انعطافها وان كانت فى الاغلظ فبالعكس والصورة ان كانت فى الالطف وكانت اصغر من سطح المخالف فزاوية مخروط استقامتها اعظم من زاوية مخروط انعطافها وان كانت فى الاغلظ فبالعكس وان كانت اعظم من سطح المخالف فغير مضبوط وابدا يكون لمجسمى الاستقامة والانعطاف سهم واحد ولنعد لبيان هذه الاحكام نقطة * ا * المضيئة وخط * ج د * وليكن قطر دائرة السطح ونخرج من * ج د * عمودى ج ر * د ح * فى المخالف وليكن اغلظ فالعمود الواقع من * ا * على * ج د * اما ان يقع علي احدى النقطتين او بينهما اوخارجا فان وقع على احداهما

 ولنكن

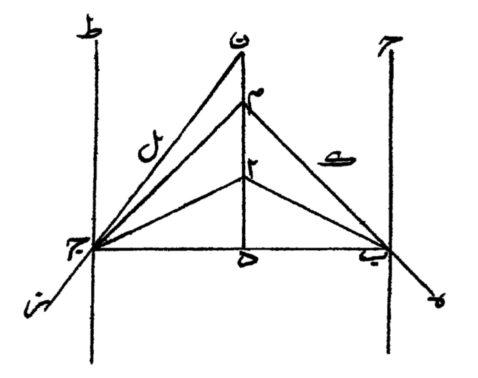
٢الشكل ١٢٩



الشكل ع۱۳۰



الشكل ١٣١



ولتكن * ج * كما فى الصورة الاولى فاذا وصلنا * ا ج * و اخرجناه على
استقامته كان ضوء * ا ج * نافذا على استقامة * ا ج ز * ولنخرج * ا د *
على استقامته الى * ط * فيكون ضوء * ا د * غير منته الى * ط * بل منعطفا
عن * د ط * الى جهة * د ح * مثل * د ى * و * ج ز * د ح *
متوازيان * فج ز * د ى * متلاقيان و موضوعان على التباعد من جهة
سمك الثانى و ان وقع بينهما كما فى الصورة الثانية فلنخرج * ا ج * على
استقامته الى * ب * و * ا د * الى * ط * فيكون كل من ضوئى * ا ج *
ا د * منعطفين على مثل خطى * ج ك * د ى * و يكون تباعد بينهما
فى جهة السمك ابين و ان وقع خارجا عنهما كما فى الصورة الثالثة فليقع
من * ج * عن خلاف جهة * د * ونخرج عمودى * ز ج * ح د * الى
* ل م * فتكون عطفية * ا ج ل * اعنى * ب ج ز * اصغر من عطفية
* ا د م * اعنى * ط د ح * فتكون انعطافية * ك ج ب * اصغر من
انعطافية * ى د ط * و باقية * ح د ى * اعظم من باقية * ز ج ك * ولان
زاويتى * ز ج د * ح د ج * معا مثل قائمتين ونقص من الاولى * ز ج
ك * وزيد على الثانية * ح د ى * وهى اعظم مما نقصت من الاولى فزاويتا
* ك ج د * ى د ج * معا اعظم من قائمتين فخطا * ج ك * د ى * معا
موضوعان على التباعد من جهة السمك و ان كان الثانى الطف فالحكم
كما ذكر والبيان على قياسه واستبان من ذلك ان الخطوط الانعطافية موضوعة
على التباعد من جهة السمك ابدا اذا كان سطح المخالف مستويا واذ ذلك
فالخطوط الواصلة من * ا * الى اطراف اقطار الدائرة تحدث بعد الانعطاف
سطح مخروط ناقص كما ذكر ﴿ الشكل - ١٢٩ - ١٣٠ - ١٣١ ﴾

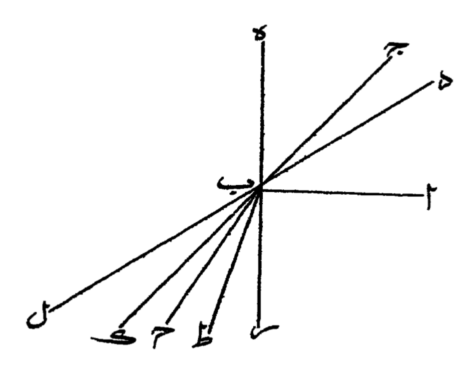
مقدمة

ليكن * ا * نقطة مضيئة فى جسم و * ب ج * خطا مستقيما على سطح مخالف اغلظ و * ا د * عمودا عليه *

(فاقول) ان جميع اضواء المنعطفة فى المخالف من نقاط على السطح متساوية البعد عن * د * اذا اخرجت مستقيمة فى جهة * ا * اجتمعت عند نقطة بعينها من خط * ا د * وذلك لانا نصل * د ب * مثل * د ج * ونصل ا ب * ا ج * ولينعطف * ا ب * على * ب ه * و * ا ج * على * ج ز * ولنخرج من نقطتى * ب ج * عمودى * ب ح * ج ط * على * ب ج * فى الجسم الاول ونخرج * ه ب * الى * ك * و * ز ج * الى * ل * فيكون * ب ك * بين * ب ح * ب د * ضرورة و * ج ل * بين * ج ط * ج د * ولان زاويتى * ا ب د * ا ج د * متساويتان فزاويتا * ا ب ح * ا ج ط * اعنى المطفيتين متساويتان فانعطافيتا هما ايضاً متساويتان فالباقيتان اعنى زاويتى ج ب ك * ط ج ل * ايضا متساويتان وهما حادتان فاذا اخرج كل من ب ك * ج ل * مع * د ا * تلاقيا ويكون التلاقى على نقطة من * د ا * بعينها والا فليلاق * ب ك * على * م * و * ج ل * على * ن * وليكن * ن * ابعد من * د * ونصل * م ج * وتبين بتساوى خطى * ب د * ج د * واشتراك د م * وتساوى زاويتى * د * تساوى زاويتى * م ج د * م ب د * اعنى * ن ج د وهذا خلف فالحكم ثابت وكذا لو كان المخالف الطف وبعد ذلك فتبين ان النقطة المضيئة اذا كانت فى الالطف كانت زاوية مخروط الاستقامة اعظم من زاوية مخروط الانعطاف لكون الخطوط المنعطفة من نقاط متساوية البعد عن مسقط العمود اذا اخرجت فى جهة * ا * فلابد ان تلتقى جميعا عند نقطة

بعينها

الشكل ١٣٢



بعينها من العمود وتكون نقطة * ا * داخل ذلك المخروط فتكون زاوية المجسمة اعظم من الاخرى وان كانت النقطة فى الاغلظ فبالعكس والحاصل ان مخروط النقطة اذا انعطف فى المخالف فان كان اغلظ تضايق المخروط قليلا عن اتساعة الذى كان يمتد عليه اولا وان كان الطف اتسع قليلا *

﴿ الشكل - ١٣٢ ﴾

﴿ مقدمة ﴾

ليكن * ا ب * خطا على سطح جسم مخالف مستو وليكن خطا * ج ب د ب * ضوئين فى السطح القائم على سطح المخالف الذى فيه * ا ب * منتهيين الى نقطة * ب * ولتكن زاوية * ج ب ا * اعظم من * د ب ا * ولنخرج من * ب * عمود * ب ه * فى جسم الضوء ونخرجه في المخالف الى * ر *

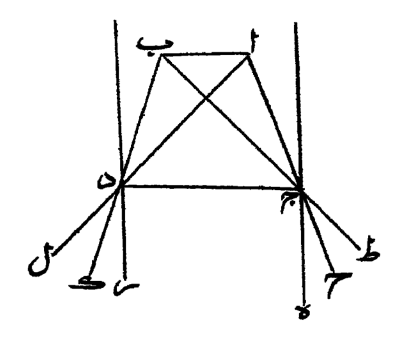
اقول فيكون انعطاف * ج ب * الذى هو اقرب الى العمود من * د ب على خط اقرب اليه من الذى ينعطف عليه * د ب * ولينعطف * ج ب * على * ب ح * فانعطف * د ب * لايكون على * ب ح * وذلك ظاهر ولا على خط بين * ب ح ر * مثل * ب ط * وذلك لا نا نخرج * ج ب د ب * الى * ك ل * فتكون الانعطافية التى توجبها زاوية * د ب ه * اعظم من التى توجبها * ج ب ه * فتكون الباقية الاولى اعظم من الثانية اعنى زاوية ر ب ح * فتكون زاوية * د ب ط * اعظم من * د ب ح * هذا محال فالحكم ثابت *

(تقسيم) ليكن خط * ا ب * مضيئا ونخرج سطحا يمر به ويقوم على سطح المخالف ولنحدث على سطح المخالف فصل * ج د * ونصل * ا ج * ب ج *

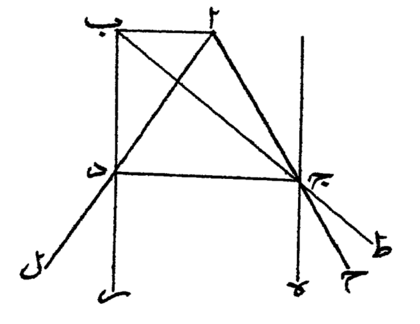
ونخرج من نقطة * ج * عمود * ج ه * فى السمك ونخرجه فى الجسم الذى فيه * ا ب * فاما ان يلاقى خط * ا ب * اذا اخرج * ا ب * ايضا كما في الصورة الاولى اومن غير اخراج على احد طرفيه كما فى الثانية اوعلى نقطة بين طرفيه كما فى الثالثة ﴿ الشكل - ١٣٣ ﴾ ففى الاولى ينعطف ا ج * على مثل * ج ح * و * ب ج * على مثل * ج ط * ابعد عن العمود وفى الثانية ينفذ * ا ج * على استقامته الى * ه * و ينعطف * ب ج * على مثل * ج ط * وفى الثالثة ينعطف * ا ج * على مثل * ج ح * و * ب ج * على مثل * ج ط * كل عن جهة من العمود وكذلك حكم انعطاف ضوء ا د * ب د * عن نقطة * د * وينحصر فى الاقسام الثلثة ويحدث من التركيب تسع صور على هذا التركيب ويتكرر ثلث منها وليكن * د ر * العمود المخرج من * د * وليكن انعطاف * ا د * على * د ل * وانعطاف * ب د * على * د ك * ولها قسم عاشر يتبين لمن تأمل فيها فاذا كان * ا ب * قطر دائرة مضيئة و * ج د * قطر دائرة هى على سطح المخالف وكانتا متوازيتين كان الحكم المذكور لكل قطر من اقطار المضيئة بالنسبة الى مايوازيه من اقطار السطح ثابتا فيلزم من المضيئة حدوث مجسم ضوء فى الجسم الذى هى فيه اما اسطوانة قائمة اومائلة ان تساوتا اومخروط ناقص اتساعه من جهة السطح ان كانت المضيئة اصغر وبالعكس ان كانت اعظم وحدوث مخروط انعطاف فى المخالف اتساعه فى جهة السمك ابدا قائما اومائلا وهذه الاحكام هى التى اردنا بيانها ولها غناء فى تحقق المسائل الآتية فلتحقق و نعود الى باقي مقاصد الفصل ﴿ الشكل - ١٣٤ - ١٣٥ - ١٣٦ - ١٣٧ - ١٣٨ - ١٣٩ ﴾

(قال

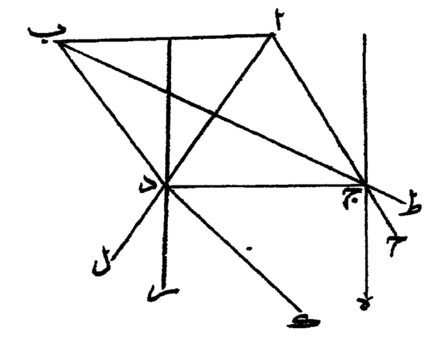
٢ الشكل ١٣٣



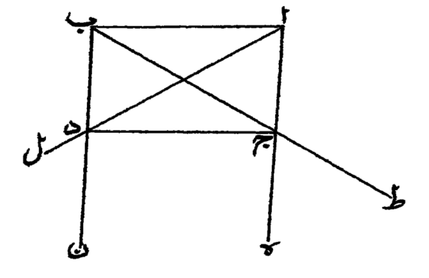
الشكل ١٣٤



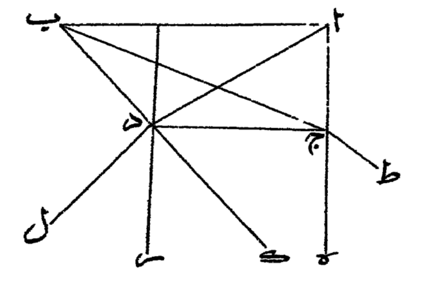
الشكل ١٣٥



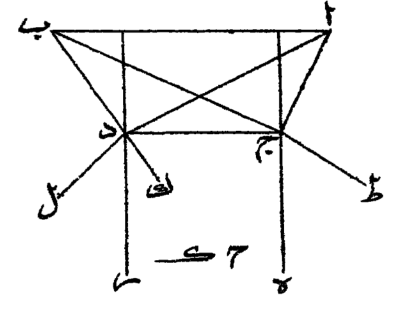
الشكل ١٣٦



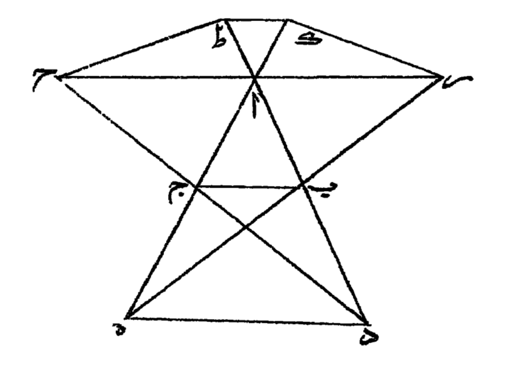
الشكل ١٣٧



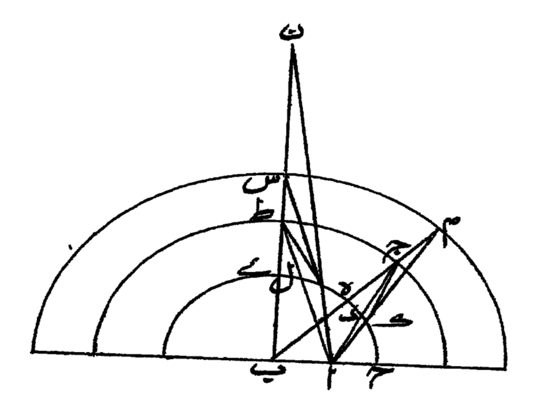
الشكل ١٣٨



٢الشكل ع١٣٩



الشكل ع ١٤



(قال - ب) * قد تبين انه اذا كانت نقطتان مضيئتان فى الجسمين فان السمتين اللذين يمتد عليهما ضوء الاولى الى الثانية هما اللذان يمتد عليهما ضوء الثانية الى الاولى فان كانت نقطة مضيئة فى جسم وتوهمنا مخروط استقامتها فى جسمها ومخروط انعطافها فى المخالف فاذا فرضنا صورة مضيئة فى المخالف محيطها على سطح هذا المخروط فصورة ضوءها اذا نفذت من الثانى فى الاول امتدت منعطفة على هيئة مخروط كما ذكر والتام من بعض الخطوط المنعطفة من اضواء نقاطها مخروط تام قاعدته سطح المخالف ورأسه تلك النقطة بعينها وهذا الصنف من الخطوط هى التى التام منها مخروط انعطاف النقطة باعيانها فاذا كان البصر عند رأس هذا المخروط ادرك تلك الصورة بتمامها *

(اقول) فلنفرض النقطة * ا * ومخروط استقامتها هو الذى عليه * ب ا ج * ومخروط انعطافها * د ب * ج ه * وليقطعه سطح فى السمك وليكن الفصل المشترك الذى هو كقاعدة المخروط مضيئا وعليه خط * د ه * فصورته تمتد على مخروط * د ب * ج ه * الى سطح المخالف ثم تنعطف على مثل مخروط * ر ب * ج ح * المحيط بمخروط * ب ا ج * من جميع الجهات فلاشك ان البصر اذا كان عند * ا * فانه يدرك ضوء * ر ه د (١) * لامتداد صور نقاط * د ه * على خطوط الى السطح وانعطافها على خطوط تلتق جميعا عند * ا * ﴿ الشكل - ١٤٠ ﴾

(ثم) اقول وكذلك لو فرض البصر على اية نقطة كانت من نقاط مخروط ب ا ج * لان كل نقطة منها اذا امتد مخروط استقامتها الى السطح انعطف فى المخالف على اتساع اعظم من اتساع * د ب * ج ه * ويكون محيطا به

(١) ن - صورة * د ه *

من جميع الجهات اعنى انه لا تكون نقطة من مخروط * د ب * ج ه * خارجة عن المخروط الثانى فاما اذا كان البصر خارجا عن مخروط * ز ب * ج ح * فانه لا يدرك صورة * د ه * بتمامها وذلك انه لو كان خارجا من مخروط * ز ب * ج ح * فانه لا يدرك شيئا منها لاستحالة انعطاف ضوء من اضوائها خارج المخروط - وان كان داخل الناقص وخارج التام فاعلم ان الخطوط المنعطفة التى التام منها مخروط * ب ا ج * اذا جاوزت * ا * تباعد ما بينها والتام منها مخروط تام شبيه بمخروط * ب ا ج * وليمتد * ب ا * الى * ط * و * ج ا * الى * ك * ونصل * ر ا * ا ح *

(فنقول) اذا كان البصر عند * ر * فانه لا يدرك من * د ه * سوى * ه * ثم اذا تحرك على * ر ا * فبقدر ما يقرب من * ا * تظهر له اجزاء من خط د ه * مما يلى * ه * بقدر ما يفرزه ضوء البصر الممتد الى * ب * المنعطف فى المخالف من * د ه * فاذا وصل الى * ا * ادرك الجميع ثم اذا جاوزها لم يدرك * ه * و بقدر ما يقرب من * ح * تستتر عنه اجزاء من * د ه * مما يلى * ه * بقدر ما يفرزه ضوء البصر الممتد الى * ج * المنعطف فى المخالف من * ه د * الى ان يصل الى * ح * فلا يدرك سوى * د * ونصل ر ك * ك ط * ط ح * كيف كان فاذا تحرك البصر من * ر * الى * ك * تتراءى له اجزاء من * ه د * مما يلى * ه * الى ان يصل الى * ك * فتكون اجزاء من * ه د * مما يلى * د * بعد مستترة فاذا جاوز * ك * اخذت اجزاء من جهة * ه * تستتر و تظهر ما كانت مستترة من جانب * د * الى ان يصل الى * ط * فيظهر له * د * فاذا جاوز * ط * الى * ح * اخذت باقى الاجزاء تستتر الى ان تصل الى * ح * فلا يظهر له سوى نقطة * د *

ثم

ثم اذا قطع مخروط * ر ب * ج ح * سطح كثيف يجوز بين نقطة * ا *
وسطح المخالف وفي غاية القرب من * ا * فيستر ما تحته من سطح * ب ج *
وغيره مما فوقه لكون كثافته متصلة او يكشف منه قدر دائرة يفرزها عنه
ا * على المخروط وهي في غاية الصغر ثم جعل البصر على نقطة * ك * فانه
يدرك نقطة * ه * وكذلك اذا حرك البصر على * ك ط * اخذت نقاط
ه د * تتراءى له واحدة بعد واحدة الى ان ينتهي الى * ط * فتتراءى له
نقطة * د * فيدرك حينئذ خط * ه د * بالحركة على خط * ط * ولا يدرك
في حال جزءاً من الخط مقتدرا بل جزءاً يسيرا فكلما كان * ك ط * اقرب
الى رأس المخروط كان اقصر وكان ادراك * د ه * منه بحركة اقل وفي
زمان اقصر ومما ذكرنا يتحقق ما ذكره من ان كل جسم متلون مضيء يكون
في جسم مخالف فان صورته تمتد في جسمه على خطوط مستقيمة ثم تنعطف
في الهواء وتمتد فيه على خطوط مستقيمة بعضها يجتمع عند نقطة واحدة في
الهواء واذا كان البصر عند تلك النقطة فانه يدرك ذلك المبصر بالانعطاف
وان امكن الادراك بالاستقامة فلنقطة واحدة منه فقط وهو المقصد الثاني *
(ج) ان الكواكب والابعاد التي بينها انما تدرك ايضاً بالانعطاف ويعرف
ذلك باعتبارين * ا * بذات الحلق وهو ان ينصب المعتبر ذات الحلق في
موضع مرتفع نصبتها المخصوصة بها وهي ان يجعل الحلقة منها التي تقوم
مقام دائرة نصف النهار في سطح نصف النهار و القطب منها مرتفعا
عن الافق بقدر ارتفاع قطب العالم عن افق الموضع الذي يرصد فيه فاذا
جن الليل يعتمد كوكباً من كبار الثوابت التي تمر بسمت الرأس في البقعة او قريبا
منه ويراعيه عند طلوعه فاذا طلع فليدر الحلقة التي تدور حول قطب معدل

النهار الى ان توازى الكوكب ويحقق موضع الكوكب من الحلقة فيتحصل له بذلك بعد الكوكب عن قطب العالم ثم يراعيه الى ان يوا فى نصف النهار ويحرك الحلقة مرة اخرى الى ان توازى الكوكب فيتحصل البعد مرة اخرى عند كونه على سمت الرأس او قريبا منه فاذ اقايس بين البعدين الحاصلين وجد البعد المرصود عند الطلوع اقل من المرصود عند الاستواء واذ ذاك فادراك الكوكب انما هو بالانعطاف اذلو كان بالاستقامة لما وجد تفاوت بين البعدين لادراك الكوكب حينئذ فى الحالين فى مكانه الحقيقى وليس فى السماء ولا فى الهواء جسم كثيف صقيل تنعكس الصور عنه وتدرك الكواكب عنه بالانعكاس فبقى ان يكون بالانعطاف و اذا كان بالانعطاف فالجسم الذى فيه الثوابت مخالف الهواء وجسم جميع السماء متشابه الاجزاء فجميع جسم السماء مخالف للهواء *

(اقول) اما قوله وجسم جميع السماء متشابه الاجزاء فان اراد به جسم سماء واحدة فسلم عندهم وان اراد ان اجسام جميع السموات متشابهة الشفيف ففيه توقف *

(قال) ومع ذلك فيمكن ان يعتبر شفيف بقية جسم السماء كما نصف *

الاعتبار الثانى

(٢) يقوم القمر فى ساعة قريبة من وقت طلوعه بعيد الطلوع فى ليلة معلومة فى موضع معلوم ويحصل من موضعه بعده عن سمت الرأس ثم ينصب آلة الساعات فى تلك الليلة من قبل طلوع القمر ويعلق آلة يعرف بها الارتفاع ويراعى القمر الى ان يطلع وينتهى الزمان الى الدقيقة بعينها من الساعة التى قوم لها القمر ويحرز ارتفاع القمر فى ذلك الوقت ويحصل بعده عن سمت الرأس ولتكن آلة الارتفاع صحيحة القسمة بادق مايكون

فانه

فانه يوجد بعد القمر عن سمت الرأس فى ذلك الوقت بالآلة اقل مما يوجبه الحساب فى ذلك الوقت بعينه واذ ذا لك فان ضوء القمر لم يمتد الى ثقبتى الآلة التى اخذ بها الارتفاع على استقامة والا لكان البعد ذلك البعد فليس امتداد ضوئه من السماء الى الابصار على خطوط مستقيمة بل على خطوط منعطفة *

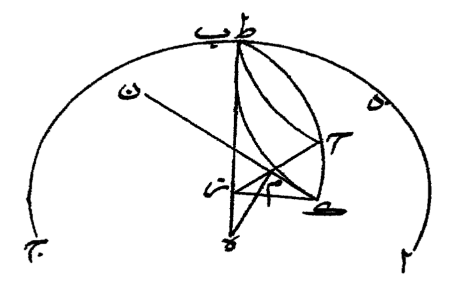
(اقول) وفيه نظر وذلك ان موضع القمر المحسوب اما ان يعدل باختلاف المنظر اولا فان عدل فيكون البعد المدرك بالآلة هو البعد المحسوب لان اختلاف المنظر انما هو مدرك بذات الثقبين (١) حسا و ذلك يتضمن الاختلاف الذى يوجبه الانعطاف وان لم يعدل فيكون البعد اكثر لا اقل وهذا نظر دقيق فاما الجواب عنه فهو انه قد بين بطليموس فى المقالة الخامسة من المجسطى انه رصد القمر بذات الثقبين(٢) فى دائرة نصف النهار فوجد تمام ارتفاعه بها * ن ن * وكان تمام ارتفاعه الحقيقى * مط مح * ناقصا عن المرئى بجزء وسبع دقائق وهو اختلاف المنظر فى دائرة الارتفاع و علم من ذلك بالبرهان الهندسى ان بعد القمر عن مركز الارض فى هذا الوقت على ان نصف قطر الارض * لط مه * ثم استخرج بناء على هذا الاختلاف بالبرهان والتدقيق فى الحسبان اختلافات مناظر القمر * بسه سه . من اجزاء تمام الارتفاع على ابعاد اربعة الاول لكونه فى الذروة والاوج معا وبعده حينئذ * سد ى * والثانى لكونه فى حضيض التدوير واوج الخارج وبعده * نج ن * والثالث لكونه فى الذروة وحضيض الخارج و بعده * مج نج * والرابع لكونه فى الحضيض و بعده * لج لج * والابعاد على ان نصف قطر الارض واحد واذا تحقق ذلك فيكن ... مركز البصر على سطح الافق

(١ و ٢) ن — السعبتين

و * ب * مركز السماء و * ج * مركز القمر ولنرسم سمتيته بالنقاط الثلث ويحدث على مقعر السماء فصل انعطاف * د ه * ونصل * ب ا * ب ج * وليقطعا دائرة * د ه * على * ح ر * ونرسم على مركز * ب * ببعد * ب ج * دائرة * ج ط * فى سطح السمتية ونفرض نقطتى * ج ط * وهما مركز القمر فى آنين فوق الافق و * ج * اقرب الى سمت الرأس فقوس * ح ر * هو تمام الارتفاع لج * وليكن * ط ع * البعد المثبت فى المجسطى ونصل * ب ط * وليقطع دائرة * د ه * على * ى * فقوس * ح ى * هو تمام الارتفاع * لط * ونصل * ا ج * ا ط * وليقطعا دائرة * د ه * على * ك ل * وصورتا * ج ط * لا تردان الى * ا * عن نقطتى * ك ل * بل عن نقطتين ارفع منهما ولتكونا * د ه * ونصل * ا د ج * ا ه ط * ومعلوم ان العطفية التى عند * د * اصغر من التى عند * ه * فانعطافية * د * اصغر من انعطافية * ه * وكذا زاوية * د ا ج * من زاوية * ه ا ط * وهما قدر التفاوت بين ارتفاعى * ج ط * مدركين بالاستقامة المفروضة وبين ارتفاعيهما مدركين بالانعطاف على ما عليه الامر وذلك لانا قد اعتبرنا فى سطوح الاجسام الغليظة كالماء ان العطفية كلما عظمت زاد المدرك ارتفاعا وان تزايد تفاضل الارتفاعات اعظم نسبة من تزايد تفاضل العطفيات هذا وسطح الماء سطح الافق فتحققنا ان سطحه لو كان قائما على سطح الافق لكان الحال ايضاً كذلك واذا تحقق هذا فى المخالف الاغلظ تحقق انه كذلك فى الالطف فيكون التفاوت بين ارتفاعى * ج * بحسب الاستقامة والانعطاف وهو زاوية * د ا ج * اصغر من التفاوت بين ارتفاعى * ط * و هو زاوية * ه ا ط * ولان تمام ارتفاع * ج * انما هو زاوية * ج ا ك (١) * بحسب الاستقامة و * ح ا د *

(١) ن — ح ل ك *

الشكل ع١٤١



بحسب المدرك المعدل بالانعطاف فنخرج * ا د * حتى يلقى * ب ج *
على * م * و * ا ه * حتى يلقى * ب * ز ا * على * ن * ولا بد من ذلك
اذا كانت العطفية صغيرة كما يقتضيه في هذا المقام نصف قطر الارض عند
محيط مدار القمر على ما نبين في الخاتمة ان شاء الله تعالى فزاوية * ا م ب *
هي زوايا اختلاف المنظر المستخرجة من الرصد وقد ظنوا انها * ا ج ب *
و * م * موضع خيال القمر على ما نبين في الخاتمة وظنوه موضع القمر اعنى
ج * و * ا م * بعد خيال القمر وظنوه بعد القمر وهو * ا ج * وهو اعظم
من بعد القمر ثم استخرجوا بالحساب زاوية * ا ط ب * من * ا ج ب *
ونرسم على مركز * ب * في سطح السمتية دائرة * م س * ونخرج * ب ط *
حتى يقطعه على * س * ونصل * ا س * فلان زاوية * ا ج ب :. عندهم هي
ا م ب * في الواقع فتكون زاوية * ا ط ب * المستخرجة منها هي * ا س
ب * فيكون قدر * ا ط ب * على ما في الجدول اصغر منها في نفسها
لانا نخرج * ا ه * حتى يقطع * ب س * على * ن * فتكون ابعد عن المركز
من * س * على ما نبين في الخاتمة * فا س * يقطع دائرة * د ه * على نقطة
اقرب الى الافق من * ه * و * ا س * وهو سمت الكوكب المستخرج
بالحساب * فا ه * وهو السمت المرصود اقرب الى سمت الرأس وبمثل ذلك
تبين ان القمر اذا كان اقرب الى سمت الرأس من * ج * كان الامر بالخلاف
اعنى يكون تمام ارتفاعه المرصود اعظم من التمام المحسوب وقد استبان
من ذلك ان بعد القمر المستخرج بذلك الرصد هو اعظم من بعده في نفسه
لان بعده في نفسه * ا ج * والمرصود * ا م * وانما هو بعد خيال القمر فلتعرف
ذلك ﴿ الشكل - ١٤١ ﴾ واذ تقرر انعطاف الاشعة من السماء

الى الهواء احمل اصلان احدهما اصل معرفة الابعاد و الاجرام لاختلال بعد القمر ويكون الجمع اقل مما فى الجد اول والثانى اصل معرفة مايظهر من السماء من رأس موضع عال على ماعمل فيه ابوسهل القوهى وغيره الوسائل وكذا اصل معرفة مايظهر من السماء للبصر اذا كان ارتفاع البصر عن سطح الافق المرئى ثلثة اذرع وسطح الارض كريا كسطح ماء البحر على ماعمل فيه ابن الهيثم مقالته الا ان تعدلا بالتعديل الذى يوجبه الانعطاف بحسب سماء سماء والعلم به متعسر جدا *

اشارة

لو امكن ان يرصد فى البحر يوما تكون فيه الشمس اوكوكب آخر عديم العرض فى نقطة الاعتدال واعتبر بآلة الساعات قوس النهار والليل فلا بد وان يكون قوس النهار اعظم من قوس الليل اذا لم يكن للارض قدر محسوس عند مدار الكوكب وسيظهر ذلك فى الخاتمة وكلما كان التفاضل اكثر كان الكوكب ابعد ومداره اعظم وكلما كان التفاضل اقل اوكان المدرك نصف المجموع اواقل كان الكوكب اقرب وهذا مما يمكن ان يدرك به نضد الاجرام بعضها فرق بعض سهل عن من وفق لذلك واذا اتفق ذلك فى خط الاستواء فيكون على غاية من التحقيق والله الموفق

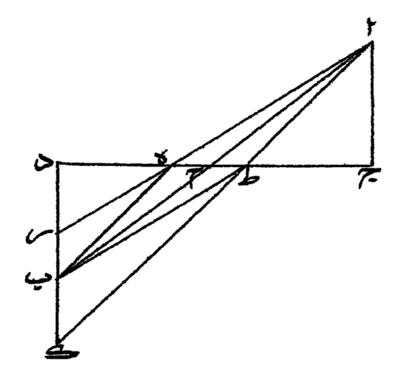
قال فادراك البصر لجميع الكواكب انما هو بالانعطاف لان جسم السماء مخالف لجسم الهواء

الفصل الرابع

(د) ان السماء الطف من الهواء وتبين ذلك بعد الاعتبار الاول بان نفرض دائرة نصف النهار فى تلك الحالة اب ج وسمت الرأس * ب وقطب العالم د ومركز العالم ه ونصل ب ه والبصر ر وليكن

وضع

٢ الشكل ع١٤٣



وضع مدار الكوكب اليومى وقت تحصيل بعده اولا وضع دائرة * ح ط
ومركز الكوكب حينئذ * ح * و وضعه فى الوقت الثانى وضع دائرة
ك ب * وهذا الوضع هو وضعه الحقيق لان الكوكب اذا كان عند سمت
الرأس اوقريبا منه فليس يدركه البصر الاعلى استقامته لما مر فدائرة
ك ب * هي التي عليها كان الكوكب وقت الاعتبار الاول فلتكن السمتية التي تمر
بالكوكب ذلك الوقت * ب ح ك * فتقطع دائرة * ك ب * على نقطة
ولتكن * ك * ولان بعد الكوكب عن قطب العالم فى ذلك الوقت اقل
فتكون دائرة * ح ط * اقرب الى القطب من * ك ب * فتكون * ح *
اقرب الى سمت الرأس من * ك * ونصل خطى * ح ر * ك ر * فلان
الكوكب ادركه البصر فى الاول على نقطة * ح * وكان اذ ذاك فى سطح
سمتية * ب ح ك * وفى الحقيقة على محيط دائرة * ك ب * فقد كان عند
نقطة * ك * والبصر ادركه عند * ح * فقد ادركه على استقامة * ر ح *
والخط المستقيم الواصل من البصر اليه * رك * فالبصر لم يدركه على استقامة
فقد ادركه بانعطاف فليكن موضع الانعطاف عند مقعر السماء نقطة * م * ونصل
ك م * و ننفذه الى * ن * فصورة الكوكب امتدت مستقيمة على * ك م
وانعطفت على * م ر * و نصل * ه م * فهو عمود على مقعر السماء ولان
ضوء * ك م * انعطف من خط * م ن * على * م ر * الى جهة العمود فجسم
الهواء اغلظ فالسماء الطف فهذه المقاصد هى التي اردنا بيانها فى هذا الفصل *

﴿ الشكل - ١٤٢ ﴾

الفصل الخامس في الخيال ثلثة مقاصد

(١) الخيال هو صورة المبصر الذى يدركه البصر من وراء جسم مخالف

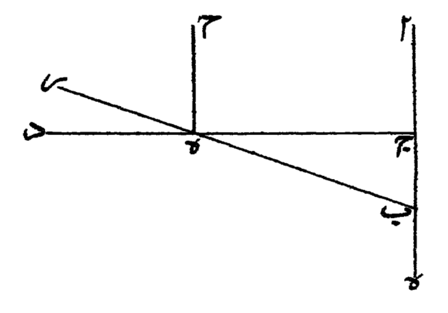
اذا كان البصر مائلا على الاعمدة التى تخرج من البصر الى سطح المخالف وذلك ان الصورة التى يدركها البصر حينئذ ليست هى المبصر نفسه لانه ليس يدركه فى موضعه ولا على هيئته وهو مع ذلك يدركه فى مقابلته وهذه الصورة تسمى الخيال وهذا الذى يدرك بالقياس والاعتبار اما بالقياس فلانه تبين قبل ان هذا المبصر يدرك بالانعطاف فليس على سمت خط ضوء البصر المنتهى الى موضع الانعطاف وانما يخيل الى الرائى انه يرى المبصر على استقامة ولا يحس بالانعطاف واذن فهو يدركه فى غير موضعه واما بالاعتبار فبان يعتمد المعتبر اناء ذا حرف قائم و يجعل فى وسط قراره مبصرا مبينا كالخاتم والبيضة ويقف وقوفا حتى يرى المبصر فى قرار الاناء ثم يتاخر قليلا الى ان يحتجب عن البصر بحرف الاناء فعندا ول ما يستتر عنه يقف فى مكانه ثم يامر غيره ان يسكب من الماء الصافى فى الاناء ما يملؤه وليكن السكب برفق لئلا يتحرك ما فى قرارة الاناء عن مكانه ولا يغير وضع البصر عما كان عليه فى الوقوف الثانى ويصبر الى ان يسكن الماء ثم ينظر الى قرار الاناء فانه يرى المبصر بعد ما لم يكن يراه فيتبين له ان الصورة المرئية حينئذ ليست فى موضعها بل قدار تفعت عن موضعها بحيث لم تستتر بحرف الاناء *

المقصد الثانى

(ب) واذ تبين ذلك فنقول خيال كل نقطة من المبصر المذكور على الفصل المشترك بين العمود الخارج من تلك النقطة على سطح المخالف وبين خط الشعاع الممتد الى موضع الانعطاف اذا اخرج الى ان يلقى العمود *

(اقول) فى تمثيله فليكن البصر * ا * والنقطة التى على المبصر * ب * و * ج د * فصل الانعطاف ونخرج من * ب * عمودا على * ج د * وليكن ب د * ومن * ا * عمود * ا ج * على * ج د * وليكن الجسم الذى فيه ب *

الشكل ۱۴۳



ب * اغلظ ونصل * ا ب * وليقطع * ج د * على * ح * فاذن النقطة التى ينعطف عنها الضوء الممتد من * ا * الى * ب * تكون بين * ح د * لانها لو كانت * د * اومن ورائها لما انتهى الخط المنعطف عنها الى * ب * ابدا وكذا لو كانت * ح * اومن دونها فلتكن * ه * ونصل * ا ه * ه ب * ونخرج * ا ه * الى ان يلقى * ب د * على * ر * نخيال * ب * هو نقطة ر * وايضا فليكن الجسم الذى فيه * ب * الطف فتكون النقطة التى ينعطف عنها الضوء الممتد من * ا * الى سطح المخالف على * ب * بين * ج ح * لانها لو كانت * ح * وانعطف الضوء الى خلاف جهة العمود الخارج من ح * على * ج د * لما وصل الى * ب * وبالاولى ان لا يكون وراء * ح * فليكن * ط * ونخرج * ا ط * الى ان يلقى عمود * ب د * وانما يلقاه تحت نقطة * ب * مثل * ك * نخيال نقطة * ب * هو * ك *

﴿ الشكل - ١٤٣ ﴾

الاعتبار الاول

(قال) ولنثبته باعتبارين * ا * اعتبار ذلك اذا كانت النقطة فى جسم اغلظ يتخذ المعتبر دائرة من الخشب قطرها ليس باقل من ذراع واحد وليسوو سطحها بغاية الامكان ويعين مركزها ويخرج فيها اقطار امتقاطعة كم شاء وليرسمها غلاظاً بحديدة لترتسم بينة ثابتة وليملأ الخطوط بجسم ابيض كاسفيداج معجون باللك اوالشمع ويجعل نقطة المركز سوادا بينا ثم يعتمد اناء كامر ويضعه فى موضع مضيء كما ذكر ويسكب فيه ماء صافيا ويكون سمك الماء اقل من قطر الدائرة واكثر من نصف قطرها ثم يدخل الدائرة فى الماء ويضعها على حرفها ويجعل وجهها الذى فيه الاقطار مما يلى بصره ويحرك الدائرة على حرفها الى ان يصير واحد من

الاقطار قائما على سطح الماء وقطر آخر بعضه بارزاً من الماء وليجاوز الماء مركز الدائرة باصابع ثم يحط بصره الى ان يصير قريبا من موازاة سطح الماء قدر مالا يستتر عنه مركز الدائرة ثم يتأمل المركز والقطر القائم فانه يجد المركز على استقامة القطر القائم *
(اقول) ويجد ايضا الخارج عن الماء منه على استقامة الداخل فيه *
(قال) ثم يتأمل القطر الآخر المائل فانه يجده منحنيا وانحناؤه عند سطح الماء والجزء الداخل منه محيطا مع الخارج بزاوية منفرجة والزاوية مما يلي القطر القائم و يجد الداخل منه مستقيما متصلا فتبين من ذلك ان صورة النقطة التي هي مركز الدائرة اعني التي يدركها البصر ليست هي عند المركز والاكانت على استقامة الخارج من القطر المائل على ماهي عليه في الحقيقة بل هي مرتفعة عن موضع المركز ولانها على استقامة الخارج من القطر القائم فهي على العمود الخارج منه على سطح الماء ويتبين من انحناء المائل عند سطح الماء واستقامة الداخل منه واتصاله ان كل نقطة من الجزء الداخل منه مرتفعة عن موضعها ثم ينبغي ان يدير الدائرة على حرفها الى ان يصير القطر المائل قائما والقائم مائلا فيجد الحال منعكسة اعني انه يرى صورة المركز على استقامة القطر الذي كان مائلا والآن هو قائم مائلا عن استقامة القطر الآخر والقطر الآخر منحنيا و نحوه الى جهة القطر القائم الآن وكذا لو فعل هذا الفعل بجميع الاقطار فلان كل نقطة يدركها البصر بالانعطاف فانما يدركها في مقابلته و على استقامة الخط المستقيم الذي عليه تمتد الصورة من سطح الشف الى البصر وهذا المعنى يتبين عند اعتبار ادراك المبصرات بالآلة المقدمة لانه اذا سد المثقب الثاني لم يدرك المبصر لان الخط
المستقيم

المستقيم الخارج من البصر الى موضع الانعطاف اعنى الذى ترد عليه الصورة من السطح الى البصر قد انقطع بسد الثقب وكذلك يدركها على استقامة العمود المذكور فموضع الخيال هو التقاطع المذكور *

(٢) اعتبار ذلك اذا كانت فى جسم الطف

يتخذ قطعة من الزجاج الصافى ولتكن مستوية السطوح متوازيتها فى غاية الصحة طولها ثمانى اصابع وكل من عرضها وسمكها اربع ويعتمد الدائرة الخشبية المذكورة ويخط فى ظهرها وترا طوله عشر اصابع وينصفه ويخرج فيها قطرا مارا بالمنتصف فيكون عمودا على الوتر وقطرا آخر مارا بطرف الوتر ويلوّن القطر القائم بجسم ابيض والمائل بجسم احمر ثم يركب الزجاجة على ظهر الدائرة ويطبق احدى نهايات طولها على نصف الوتر بحيث يفصل اصبعان منها خارج الدائرة عن طرف القطر المائل واصبع واحد من وراء القطر القائم ويكون جسم الزجاجة مما يلى المركز ثم يلصق الزجاجة على هذا الوضع فيكون القطر القائم عمودا قائما على سطحى الزجاجة المتوازيين والقطر المائل مائلا عليها ثم يجعل احد بصريه على الفصل المشترك بين محيط الدائرة ونهاية الزجاجة التى هى طرف القطر المائل ويقرب بصره من الزجاجة جدا حتى لا يرى بهذا البصر من سطح الزجاجة غير طرف القطر المائل وليكن بصره الآخر فى الجهة التى فيها الزجاجة والدائرة من فوق ثم يستر مايقابل بصره الآخر من سطح الزجاجة بقرطاس يلصقه على بعض الزجاجة ليكون ادراكه للقطر المائل الاحمر بالبصر الواحد الذى على الفصل المشترك دون البصر الآخر وادراكه للقطر القائم الابيض بالبصرين جميعا فاذا تحرر هذا الوضع فليتأمل المركز

فانه يجده على استقامة القطر الابيض ويجد القطر المائل منحنيا عند سطح الزجاجة الذى يلى المركز وزاوية الانحناء ممايلى المحيط ويجد كلا من جزئى المائل الذى تحت الزجاجة والذى هوخارج منها مستقيما و يدرك الجزء الذى تحت الزجاجة على استقامة لان البصر مماس لسطح الزجاجة والقطر القائم بعضه تحت الزجاجة وبعضه بارزفوق الزجاجة ممايلى المحيط وبعضه بارز مما يلى المركز فالجزء الذى تحت الزجاجة يدركه البصر الآخر الذى هو فى جهة الزجاجة والدائرة بالانعطاف و الجزء الذى يلى المحيط باستقامة والجزء الذى يلى المركز بانعطافين الاول من الهواء فى الزجاجة والثانى من الزجاجة فى الهواء وهذا الجزء اعنى الذى هو خارج من القطر القائم من الزجاجة ممايلى المركز يدركه البصر الذى على الفصل المشترك بانعطاف واحد لكونه متصلا بالزجاجة عند الحس وكون الخطوط الواصلة منه الى سطح الزجاجة الذى يلى المركز مائلة عليه سوى خط واحد لايمكن ان يصل الى المركز على استقامته *

(اقول) فيلزم ان يدرك الجزء الذى تحت الزجاجة و الذى فوقه مما يلى المحيط باستقامته ..

(قال) ومع ذلك فالبصران جميعا يدركان هذا القطر يعنى القائم مستقيما وكذا ان ستر البصر الآخر ونظر بالبصر الاول وكذا ان نظر به وقد رفعه عن الزجاجة وعلته ان كل نقطة منه وان كانت مرئية بالانعطاف فى غير موضعها لكنها على العمود المذكور وهو القطر عند فرضنا فيدركه مستقيما*

اقول وان اريد ان يعتبر ذلك فى المخالف الاغلظ الكرى السطح اتخذ قطعة كرة صحيحة من الزجاج والصقت على وجه الدائرة الخشبية بحيث يكون

مركز

مركز قاعدتها على قطر من الاقطار المرسومة ومباينا عن مركز الدائرة قدر اليس باليسير ويكون مركز الدائرة تحت الزجاجة ثم يتأمل صورة مركز الدائرة فتوجد على استقامة القطر المار بالمركزين دون سائر الاقطار والباقية منحنية عند سطح الكرة وان اريد بالاعتبار فى المخالف الالطف اتخذ قطعة كرة قل من النصف قطر قاعدتها اعظم من قطر الدائرة وكلما كان اعظم كان اوفق وسهمها اصغر من سهم القوس المفصولة من الدائرة وتنصف بسطح مستو يمر على سهمها ثم يفصل من الفصل بين قاعدة القطعة و السطح المنصف خطا قدره ثمانية اصابع و يقطع نصف القطعة بسطح مستو يقوم على سطح القاعدة والفصل المشترك ويمر بنقطة الفصل ثم يركب القدر المنفصل منها على ظهر الخشبة ويضع الزجاجة المذكورة تارة حدبتها نحو المحيط ويبقى بين سطحها ومحيط الدائرة مسافة وتارة نحو المركز ويبقى بين سطحها و بين المركز مسافة ثم يعتبر كما ذكر ليوجد كما وجدوان اريد الاعتبار فى مقعر السطح فالطريق فيه ايضا سهل وعند ذلك فيحصل اليقين بالحدس ان الامر مطرد على اية هيئة كان سطح المخالف كما فى المرايا*

قال فتبين ان كل نقطة يدركها البصر من وراء جسم مشف فان كانت فى جسم اغلظ فانه يدركها على استقامة العمود المذكور واقرب الى سطح المشف مما هى عليه وان كانت فى الطف فانه يدركها على تلك الاستقامة وابعد عن السطح*

اقول فى حكم القرب والبعد استثناء توقف عليه فى الخاتمة ان شاء الله تعالى*

قال ويدركها فى كلتا الحالتين على استقامة الخط الذى عليه ترد الصورة الى البصر فى الجسم الذى فيه البصر فيدركها فى كلتا الحالتين على التقاطع

المذكور *

تعليل

فاما لمية رؤية الصورة عند الخيال فهى ان البصر ليس يدرك شيئا الا على
استقامة خطوط الشعاع وقد تقدمت علة ذلك واما كون الخيال فى
الموضع المذكور فلما تبين فى المقالة الثانية ان الضوء اذا امتد فى جسم مشف
فانما يمتد فيه بحركة فى غاية السرعة واذا امتد على خط مائل على سطح
المخالف فان حركته تكون مركبة من حركته على العمود الخارج من مبدأ
الضوء الى السطح وحركة على عمود ثان قائم على الاول فضوء الصورة بمنزلة
ما تحرك على العمود الاول ثم انتقل منه بحركة اخرى على العمود الثانى
او بحركة مركبة منهما وهذه النقطة انما يدركها البصر على سمت خط الشعاع
فالصورة الحاصلة فى موضع الانعطاف هى بمنزلة صورة تحركت على العمود
الاول الى موضع الخيال ثم تحركت على خط مستقيم الى البصر فلهذه العلة
يدرك الصورة عند الخيال و يكون الخيال فى الموضع المذكور *

اقول ولا يخفى ان هذا كلام مخيل لانه كله خيالات *

الفصل الثالث

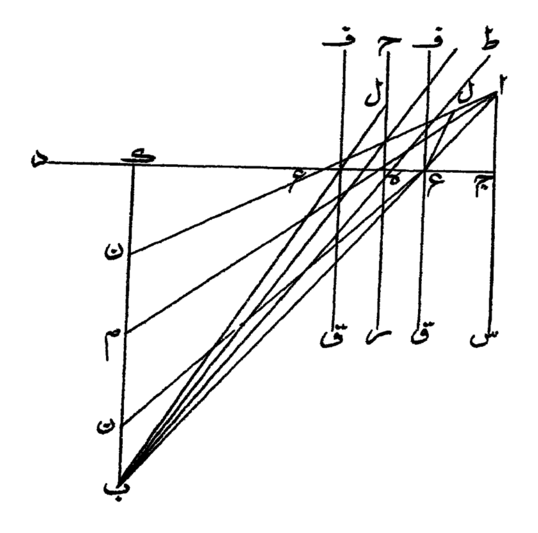
(قال - ج) كل جسم مخالف يكون سطحه المقابل للبصر واحدا مستويا
او مستديرا كريا فان كل نقطة يدركها البصر من وراء ذلك الجسم لا يكون
لها الا خيال واحد فلا يدركها البصر الا نقطة واحدة فقط *

اقول وفيه اشتباه و سيتضح *

قال فليكن البصر * ا * و النقطة * ب * وليكن سطح المخالف مستويا
وفصل انعطاف * ب * خط * ج د * و ليكن المخالف اغلظ ونخرج من
ا * عمود * ا ج * على * ج د * وننفذه مستقيما الى * س * فنقطة * ب *

اما

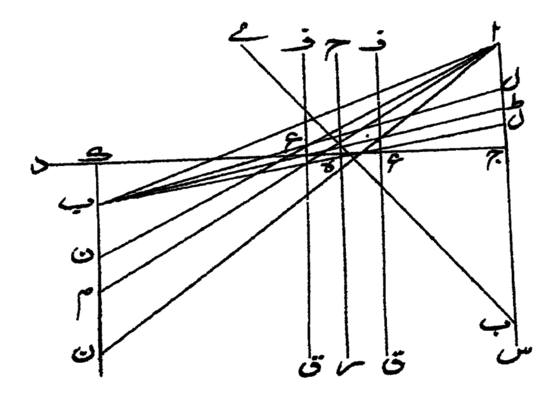
الشكل ١٤٤



اما ان تكون على * ج س * اولا فان كانت عليه فلاشك ان بصر * ا *
يدرك * ب * من سمت * ا ج * وفى موضعها من غير انعطاف *
(فاقول) انه لا يمكن ان يدركها بالانعطاف من موضع آخر لا من نقطة
ليست على فصل * ج د * لان نقطة الانعطاف حينئذ تكون خارجة عن
سطح الانعطاف ولا من نقطة على الفصل والا فليدركها من * ه * ونصل
ب ه * ونخرجه الى * ز * ونخرج من نقطة * ه * عمود * ه ح * فى الجسم
الاول على * ج د * فلان صورة * ب * امتدت فى الجسم الاغلظ الى سطحه
على * ر ه * المائل عليه ثم انعطفت فى الجسم الالطف فالانعطاف يكون
الى خلاف جهة العمود فتنعطف عن خط * ه ر * الى خلاف جهة * ه ح *
فلا يمكن ان تصل الى * ا * وكذلك حكم سائر النقاط فلا يدرك البصر نقطة ب *
بالانعطاف اصلا فلا يدركها الا من نقطة واحدة ﴿الشكل - ١٤٤﴾
و ايضاً فان لم تكن * ب * على * ا ج * فلا يدركها البصر بالاستقامة
فلتنعطف صورة * ب اليه من نقطة * ه * ونصل * ب ه * ه ا * ونخرج
من نقطة * ه * عمودا على * ج د * وليكن * ج ر ه * ونخرج * ب ه *
الى * ط * ولان جسم * ا * الطف من جسم * ب * يكون * ه ا *
عن ضد جهة عمود * ه ح * فيكون * ه ط * بين خطى * ه ا * ه ح *
ونخرج من نقطة * ب * عمود * ب ك * على * ج د * ونخرج * ا ه * على
استقامته فهو يقطع خط * ب ك * على نقطة بين * ب ك * فلتكن * م *
فنقطة * م * خيال * ب *
(اقول) فلا يمكن لنقطة * ب * خيال غير * م * والا فليكن * ن *
ولا يكون الا على خط * ب ك * وفيما بين طرفيه فاما ان يكون بين * م ك *

اوبين * م ب * فان كان بين * م ك * فنصل * ا ن * قاطعا لج د * على ع * وتكون نقطة * ع * فيما بين * ه ك * ضرورة فنخرج منها عمود ف ع ق * على * ج د * ونصل * ب ع * ونخرجه الى * ل * فيكون ع ل * ايضاً فيما بين * ع ا * ع ف * فلان زاوية * ه ب ك * اعظم من ع ب ك * فعطفية * ط ح ه * اعظم من * ل ع ف * فانعطافية * ط ه ا * اعظم من * ل ع ا * فزاوية * ا ه ب * اصغر من * ا ع ب * وذلك محال وان كان * ن * فيما بين * م ب * كان * ه * فيما بين * ع ك * وكانت عطفية ط ه ح * اصغر من * ل ع ف * وانعطافية * ط ه ا * اصغر من * ل ع ا * فزاوية * ا ه ب * اعظم من * ا ع ب * وذلك محال *
(اقول) وبوجه آخر لما كان ضوء * ب * يمتد على خطى * ب ه * ب ع * وينعطفان الى * ا * فلو فرضت * ا * نقطة مضيئة لكان خطا * ا ه * ا ع * ينعطفان الى * ب * ايضاً فلان ضوء * ا * يمتد الى نقطتى * ه ع * و * ه اقرب الى * ج * من * ع * تكون عطفية * ا ه ح * اصغر من عطفية ا ع ف * فتكون انعطافية * م ه ن * اعنى * ا ه ط * اصغر من انعطافية ن ع ب * اعنى * ا ع ل * ولان صورة * ب * امتدت الى نقطتى * ع ه * و * ع * اقرب الى * ك * من * ه * تكون عطفية * ب ع ق * اصغر من عطفيـة * ب ه ر * فتكون انعطافية * ا ع ل * اصغر من انعطافية * ا ه ط * وقد كانت اعظم هذا خلف ﴿ الشكل - ١٤٥ ﴾ وان كانت نقطة * ن * فيما بين * م ب * فتكون * ع * بين * ج ه * فنصل الخطوط ونخرج العمود ونبين الخلف بمثل البيان المذكور فليس لنقطة * ب * خيال غير * م * فلا نرى الا واحدة واستبان من ذلك انه لايجوز ان يمتد

الشكل ١٤٥



خطا ضوء من نقطة بعينها الى سطح المخالف الاغلظ والسطح مستو ثم ينعطف الى نقطة بعينها فهما متباعدان بعد الانعطاف كما سبقت الاشارة اليه في تضاعيف الفصل الرابع *

(قال) وايضا فليكن الجسم الثانى الطف نقول فالحكم كذلك ولنعد الشكل فنقطة * ب * ان كانت على * ح س * فبصر * ا * يدركها على استقامة ولا تنعطف اليه صورتها من موضع والا فلتنعطف من * ه * ونصل * ب ه * وننفذه الى * ى * ونخرج من * ه * عمود * ه ح ز * على سطح المخالف فصورة * ب * اذا وصلت الى * ه * انعطفت فى جسم الى جهة العمود ولا تصل اليه ابدا فلا تنتهى الى بصر * ا * وان لم تكن * ب * على * ج س * فانا نخرج من * ب * عمود * ب د * على فصل * ج د * ولتكن نقطة انعطاف صورة * ب * الى * ا ه * ونخرج عمود * ح ه ز * ونخرج ب ه * الى * ط * فيكون * ا ه * فيما بين * ه ط * ه ح * لكون الانعطاف الى جهة العمود ونخرج * ا ه * وليلاق * ب ك * على * م * تحت ب * فم * خيال * ب *

(اقول) فليس لنقطة * ب * خيال آخر والا فليكن * ن * ويكون تحت ب * ضرورة فاما ان يكون بين * م ب * او تحت * م * ونصل * ان * فيقطع * ج د * وليكن على * ع * فهى نقطة الانعطاف ونصل * ب ع * وننفذه الى * ل * ونخرج من * ع * عمود * ف ع ق * فيكون * ع ا * فيما بين * ع ل * ع ف * ايضا فان كان * ن * فيما بين * م ب * فعطفية ل ع ف * اصغر من * ط ه ح * فانعطافية * ل ع ا * اصغر من * ط ه ا * فباقية * ا ع ف * اصغر من * ا ه ح * وزاوية * ا ع ف * مثل * ان ك *

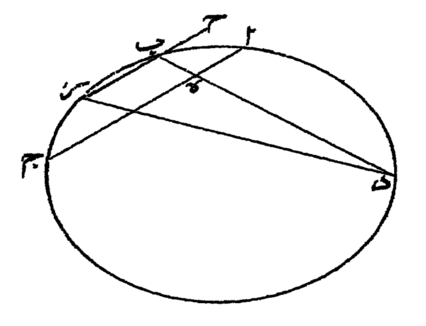
و * ا ه ح * مثل * ا م ك * فز او ية * ا ن ك * ا صغر من * ا م ك *
هذا محال وان كان * ن * تحت * م * كان * ه * فيما بين * ع ك * فمطفية
ل ع ف * اعظم من * ط ه ح * فانعطافية * ل ع ا * اعظم من * ط ه ا *
فباقية * ا ع ف * اعظم من * ا ه ح * فزاو ية * ا ن ك * اعظم من
ا م ك وهو محال فليس لنقطة * ب * خيال غير * م * وذلك مااردناه *

﴿ الشكل - ١٤٦ ﴾

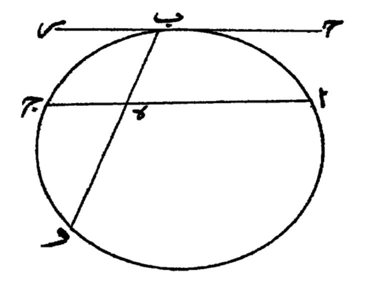
(اقول) وبوجه آخر لوجاز ان يكون لنقطة * ب * خيالان لجاز امتداد
ضوءين لنقطة * ا * وانعطافهما فى الالطف الى نقطة * ب * ويستلزم امتداد
صورة * ب * على خطين وانعطافهما فى الاغلظ الى * ا * بعينها وقد بان
استحالته فقد ثبت الحكم *

(قال) وكل وترين يتقاطعان فى دائرة كوترى * ا ج ب د * على * ه *
فان الزاوية التى عند تقاطعهما مساوية للزاوية التى عند محيط الدائرة التى
توترها القوسان اللتان يفصلهما ذانك الوتران اذا جملتا قوسا واحدة اعنى ان
زاوية * ا ه ب * مساوية للتى توترها عند المحيط قوس مساوية لقوسى
ا ب * ج د * وكذلك زاوية * ا ه د * مساوية للتى توترها قوس مثل قوسى * ا
د * ب ج * وذلك لانا نخرج من نقطة * ب * خطا موازيا * لا ج * وليكن
ح ب ر * فان كان قاطعا للدائرة فتكون قوس * ز ح * مثل قوس * ا ب *
فتكون قوس * ر ج ز * د ج ز * مثل قوسى * ا ب * ج د * وقوس * د
ج ر * توتر زاوية * د ب ر * عند المحيط وهى مساوية لمبادلة * ا ه ب *
و نصل * د ر * فزاوية * ح ب ه * مثل زاويتى ب د ر * ب ر د *
اللتين توترهما قوسا * د ا ب * ب ر * فزاوية * ح ب ه * اى * ا ه د *

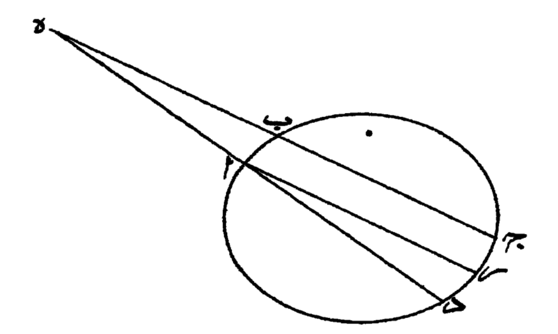
الشكل ١٣٦



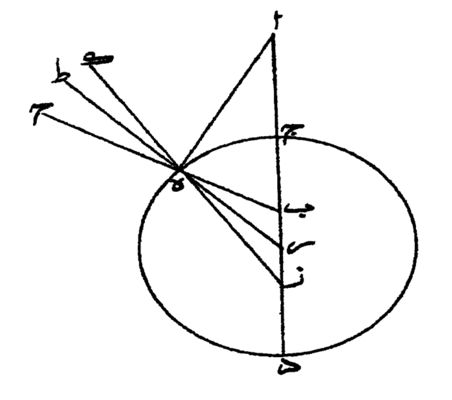
الشكل ع١٤٧



الشكل ١٤٨



الشكل ع ١٤٩



مثل التى توترهما قوس * د ا بـر * المساوية لقوسى * د ا * ب ج * لان قوس ب ا * مثل قوس * ر ج * وان كان * ح ب ر * مماسا للدائرة فزاوية * ه ب ر تكون مثل التى تقع فى قطعة * ب ا د * وتوترها قوس * ب ج د * فقوس ب ج د * توتر زاويته عند المحيط مثل * ب ه ا * وقوس * ب ج * مثل ب ا * لان القطر الخارج من * ب * عمود على * ا ج * و منصف له فقوس ب ج د * مثل قوسى * ب ا * ج د * فزاوية * ب ه ا * مثل التى توترها عند المحيط قوسا * ا ب * ج د * وكذلك تبين فى زاوية * ب ه ج * وذلك ما اردناه ﴿ الشكل - ١٤٧ ﴾

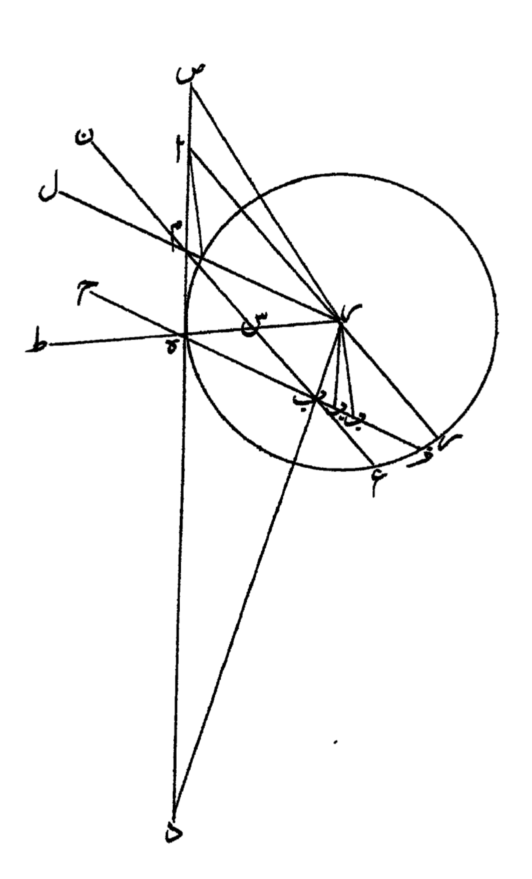
اقول وان كان * ح ب ر * يفرز من الدائرة قوسا مما يلى * ا * فنبين اولا الحكم فى زاوية * ب ه ج * ثم * ا ه ب * ﴿ الشكل - ١٤٨ ﴾

قال كل خطين مثل * ه ب ج * ه اد * يخرجان من نقطة مثل * ه * خارج دائرة مثل * ا ب * ج د * الى الدائرة ويقطعانها ويفرزان من المحيط بالضرورة قطعتين مختلفتين فيما بينهما كقوسى * ا ب * ج د * فان زاويتهما اعنى زاوية * ه * مساوية لزاوية عند محيط الدائرة توترها قوس هى زاوية عظمى القوسين المفروضتين على صغراهما فلنخرج من * ا * خط * ا ر * موازيا * له ج * فتكون قوس * ا ب * مساوية لقوس * ر ج * فتكون قوس * د ر * زيادة قوس * د ج * على قوس * ا ب * وزاوية * د ا ر هى التى توترها الزيادة عند المحيط وهى مثل زاوية * ه * وذلك ما اردناه ﴿ الشكل - ١٤٩ ﴾ ليكن البصر نقطة * ا * ونقطة * ب * فى جسم مماس للذى فيه * ا * وليكن المخالف غلظ وسطحه كريا محدبه يلى البصر وليكن فصل انعطاف نقطة * ب * دائرة * ج ه د * ومركزها * ر *

ونصل * اج * ر د * مستقيما فيكون عمودا على سطح المشف ونقطة * ب
اما ان تكون على ج د * اولا فان كانت على * ج د * فان بصر * ا * يدركها
على استقامة وفي موضعها وذلك بين و لا تنعطف صورتها الى بصر * ا *
لان * ب * اما ان تكون على المركز اوخارجة عنه فان كانت على المركز فكل
خط تمتد عليه صورة * ب * الى السطح يكون عمودا على السطح وينفذ
في جسم * ا * مستقيما ولا ينتهي شيء منها الى بصر * ا * الى خط * ر ا *
فيمتنع الانعطاف وان كانت خارجة عن المركز فهي اما على خط * ر ج *
او * ر د * فان كان الاول فلتنعطف صورتها من نقطة * ه * ونصل * ب ه
ونخرجه الى * ح * ونصل * ره * ونخرجه الى * ط * فيكون * ر ه ط
عمودا على سطح المخالف فصورة * ب * اذا أمتدت على * به * انعطفت
من نقطة * ه * الى ضد جهة * ه ط * فلا تصل * قط * الى * ا * وان كان
الثاني فلتنعطف من * ه * ايضا ونصل * ب ه * ونخرجه الى * ك * ونصل
ر ه * ونخرجه الى * ط * ونصل * ه ا * فصورة نقطة * ب * اذا امتدت
على * ب ه * انعطفت على * ه ا * ولان زاوية * ك ه ط * اعنى * ب ه ز
عطفية وزاوية * اه ك * انعطافها فالاولى اعظم من الثانية وزاوية * ا ه ك
الخارجة اعظم من * ر ب ه * الداخلة و * ه ر * اما اطول من * ر ب *
اومساوله ان لم يكن * ب * خارج الدائرة فزاوية * ب * التي هي اصغر
من الانعطافية من مثلث * ر ب ه * اعظم من زاوية * ه * المطفية
اومساوية لها فزاوية * ا ه ك * اعظم من زاوية * ب ه ر * وهو محال
فالانعطاف ممتنع و ذلك ما اردناه ﴿ الشكل - ١٥٠ ﴾ ولنعد
الصورة ولتكن * ب * خارجة عن * د ج * ولتنعطف صورة * ب * الى

بصر

الشكل ١٥٠



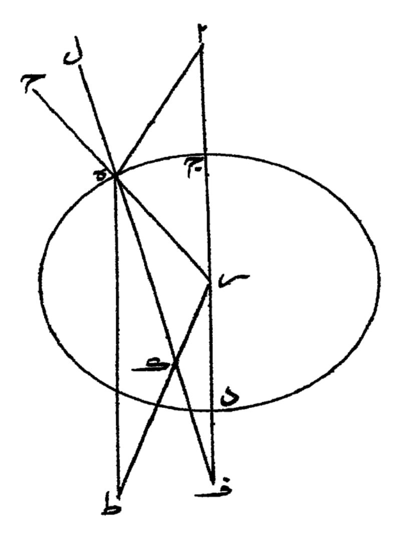
بصر * ا * من نقطة * ه *

(فاقول) انها لا تنعطف من غيره والا فلتنعطف من * م * ونصل خطوط
ب ه * ه ا * ر م * م ا * ر ه * ر م * وليتقاطع خطا * ر ه * ب م * على * س *
ونخرج * ب ه * الى * ح * و * ب م * الى * ن * و * ر ه * الى * ط *
و * ر م * الى * ر * فزاوية * ح ه ط * اعنى * ب ه ر * عطفية وزاوية
ح ه ا * انعطافيتها وكذلك * ن م ل * اعنى * ب م ر * عطفية وزاوية
ن م ا * انعطافيتها * فح ه ط * امّا ان تكون مساوية * لن م ل * او اصغر
او اعظم فان ساوتها تساوت زاويتا * ح ه ا * ن م ا * فتبقى * ا ه ب *
ا م ب * متساويتين لكونهما تمامى الا وليين من قائمتين هذا خلف * وان
كانت زاوية * ح ه ط * اصغر * فح ه ا * اصغر من * ن م ا * فزاوية
ا م ب * اصغر من * ا ه ب * هذا ايضاً خلف وان كانت زاوية * ح ه ط *
اعظم فانا نخرج خطى * ه ب * م ب * الى محيط الدائرة وليلا قياه على
ف ع * فزاوية * ه ب م * مساوية للتى يوترها عند المحيط قوسا * ه م *
ع ف * معا - ولان زاوية * ر ه ب * اعظم من زاوية * ر ب م * فزاوية
م ر ه * اعظم من * م ب ه * لتساوى زاويتى * س * من مثلثيها وتكون
زيادة زاوية * ه * على زاوية * م * كزيادة زاوية * ر * على زاوية * ب *
وزاوية * ر * ان كانت على المحيط كانت القوس الموترة لها ضعف * م ه *
فضعف قوس * ه م * اعظم من قوسى * ه م * ف ع * معا التى يوترها
عند المحيط زاوية مثل زاوية * ب * وزيادة ضعف * م ه * على القوسين
معاهى زيادة * م ه * على * ف ع * فزيادة زاوية * ر * على زاوية * ب *
هى التى توترها عند المحيط زيادة قوس * ه م * على قوس * ع ف * وزيادة

قوس * ه م * على قوس * ع ف * اصغر من قوسى * ه م * ع ف *
مما فالزاوية الموترة لها عند المحيط تلك الزيادة اصغر من زاوية * ب * فزيادة
زاوية * ز * على زاوية * ب * اصغر من زاوية * ب * فزيادة زاوية * ه *
اعنى * ح ه ط * على زاوية * م * اعنى * ن م ل * اصغر من زاوية * ب *
فزيادة زاوية * ح ه ا * على * ن م ا * اصغر بكثير من زاوية * ب *
وزيادة * ح ه ا * على * ن م ا * هى زيادة زاوية * ا م ب * تمام الثانية
من قائمتين على * ا ه ب * تمام الاولى منها فزيادة زاوية * ا م ب * على
زاوية * ا ه ب * اصغر من زاوية * ب * وهو محال لانها مساوية لزاويتى
م ب ه * م ا ه * فلا يمكن ان تنعطف صورة * ب * الى بصر * ا * الا من
نقطة واحدة فلا يكون لها الا خيال واحد * ﴿ الشكل ـ ١٥١ ﴾

(اقول) العيان يخالف هذه الدعوى فان المعتبر اذا عمد الى كرة بلور نقى
ورسم نقطة مقتدرة الحجم على جزازة من قرطاس ابيض بلون مشرق ثم
يلصق القرطاس بالكرة ثم يقابل بالكرة ضوءا يصل الى النقطة ويتأملها حتى
يدركها من وسط القطعة المقابلة فاذا ادركها حرك الكرة يمنة اويسرة
اوعلوا اوسفلا برفق فيرى النقطة متحركة بحسب ذلك الى طرف القطعة
فاذا قاربت الطرف ظهرت من نهاية الطرف صورة لتلك النقطة ثانية
وبحسب تلك الحركة تتباعد عن الطرف الى الاول فيتقاربان الى ان يلتقيا ثم
يمحقا وكذلك لو فصل من الكرة قطعة صغيرة جدا بسطح مستو ثم الصقت
الجزازة بقاعدة القطعة العظيمة ويجعل النقطة المرسومة قريبة جدا من
طرف قاعدة القطعة فانه يجد الامر كذلك والابين فى الاعتبار ان ترسم
النقطة على نفس الكرة والقاعدة وهذه المسئلة مبينة فى ذيل الكتاب والله
الموفق

الشكل ١٥٤



الموفق للصواب *

(قال) الا ان موضع الخيال يختلف بحسب اوضاع * ب * و لنصل * ب ر * بخط ب ر * اما ان يلقى خط * ا ه * او يوازيه فان لقيه فاما ان يلقاه من دون نقطة * ا * مثل خط * ر ك * الذى يلقى * ا ه * على * ك * اومن وراء نقطة * ا * مثل * ب ر ص * الذى يلقى * ا ه * على * ص * اذا اخرج * ه ا * وان وازاه فمثل * ب ر * المتوسط بينهما فان كان الالتقاء على مثل نقطة * ك * كان الخيال قدام البصر والصورة بينة وان كان على مثل * ص * ادرك البصر صورة * ب * مقابلة له الا انه لا تكون فى غاية البيان بل تكون مشتبهة لان البصر يدركها فى غير موضعها وقد تبين هذا عند كلامنا فى الانعكاس وان كان خط * ر ب * موازيا لخط * ه ا * فان الخيال يكون خطا غير محدود ويدرك البصر الصورة بالانعطاف وعلة ذلك شبيهة بالعلة التى ذكرناها فى الانعكاس اذا كان الانعكاس على خط مواز للعمود *

الحاصل

فقد تبين ان المبصر الذى يراه البصر من وراء مخالف كرى السطح محدبه يلى البصر فليس له الا خيال واحد ولا يرى الا واحدا فان كان المبصر من وراء جسم الطف مستدير السطح مقعره مما يلى البصر فالحكم كذلك وذلك لان البصر حينئذ يكون بمنزلة نقطة * ب * والمبصر بمنزلة نقطة * ا * وصورة * ا * التى ترد الى محيط * ج ه د * وتلقاه على * ه * وتنعطف منه على * ه ب * انما ترد على مجرى صورة * ب * الممتدة على * ب ه * المنعطفة على * ه ا * واذ قد ثبت ان انعطاف صورة * ب * لا يكون الا من

نقطة واحدة فكذلك صورة * ا *

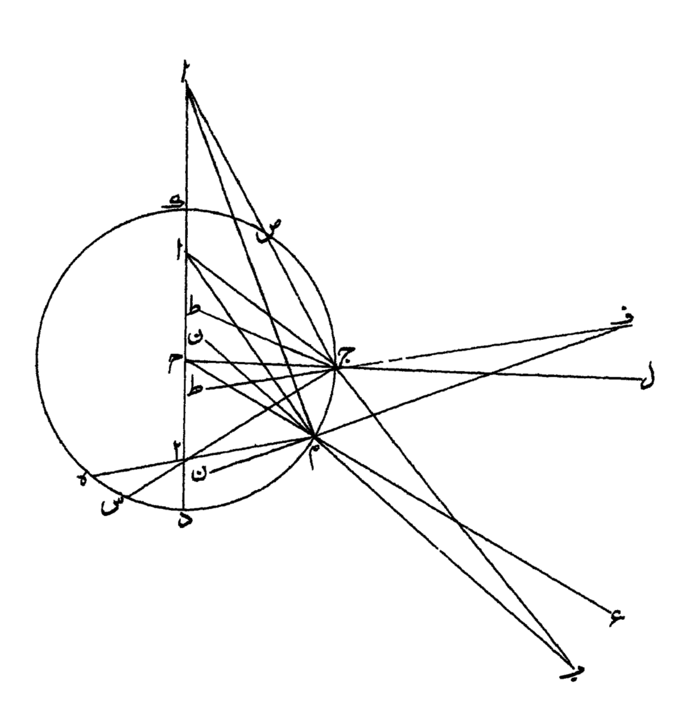
(اقول) والنظر فى هذا الحكم كما فى الحكم السابق لتفريعه عليه *

(قال) وان كانت صورة * ا * على العمود الخارج من نقطة * ب * رؤئت بالاستقامة غير منعطفة وذلك ما اردناه وايضاً فلنعد الشكل السابع ونفرض على محيط دائرة * ج ه د * نقطة * ه * مما يلى جهة * ج * ولتكن على القطعة المقابلة للبصر من الدائرة ونخرج منها * ه ط * موازيا * لا د * ونصل ر ه * ونخرجه الى * ح * ولتكن نسبة زاوية * ر ه ك * الى ضعف زاوية ك ه ط * اعظم نسبة تكون لعطفية الى انعطافيتها وذلك ان الزوايا الانعطافية تختلف ويكون تصغرها بالقياس الى الحس غاية اذا جاوزتها لم يدرك الحس مقدار الانعطاف اعنى انه يدرك مركز الضوء النافذ عند اعتباره بالآلة كأنه على استقامة خط الثقبين ونجعل زاوية * د رط * مثل * ك ه ط * فلان زاوية * ط * مبادلة لزاوية * د ر ط * فزاوية * ر ك ه * ضعف * ك ه ط * فنسبة زاوية * ر ه ك * الى * ر ك ه * اعظم نسبة تكون لعطفية الى انعطافيتها و * ه ك * يلتى * ا د * فليلقه على * ب * ونخرج من * ه * خطا موازيا * لط ر * فليلق * د ج * خارج الدائرة مما يلى * ج * وليكن على * ا * ونخرج * ب ه * الى * ل * فزاوية * ل ه ا * مثل * ر ك ه * وزاوية * ل ه ح * مثل * ر ه ك * فزاوية * ل ه ا * هى الانعطافية لعطفية * ل ه ح *

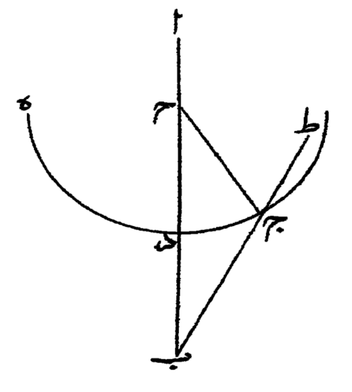
(اقول) يعنى ان انعطافية * ل ه ح * لاتكون اقل من * ل ه ا *

(قال) فاذا كانت نقطة * ب * فى مبصر والجسم المخالف متصلا ملتئما من نقطة * ه * الى * ب * غير منفصل عند محيط الدائرة فان صورة * ب *

الشكل ١٥٣



الشكل ١٥٢



تمتد على * ب ه * و تنعطف على * ه ا * الى البصر وتكون زاوية * ا ه ح *
ونظائرها تنقسم بنسب كثيرة من النسب التى بين العطفيات وانعطافياتها
فتكون على خط * د ب * نقط كثيرة تمتد صورها الى قوس * ج ه *
و تنعطف الى * ا * ﴿ الشكل - ١٥٢
(اقول) وتفصيل ذلك يتبين عند البحث عن الكرة المحرقة فى ذيل الكتاب
(قال) فالمبصر الذى يكون فى موضع * ب * على الشروط المذكورة يمكن
ان يدركه البصر بالانعطاف مع ادراكه على الاستقامة وخياله من حيث
ادراكه بالانعطاف يكون مركز البصر ثم اذا اثبتنا خط * ا ب * وادرنا
شكل * ا ه ب * رسمت نقطة * ه * دائرة فى السطح المستدير المحدب به
و انعطفت صورة * ب * الى * ا * من جميع محيط الدائرة المرسومة
والخيال عن جميع دائرة الانعطاف يكون نقطة واحدة هى مركز البصر
الا ان البصر يدرك المبصر عند موضع الانعطاف للعلة المذكورة فى الانعكاس
اذا كان الانعكاس عن محيط دائرة فى كرة و كان الخيال مركز البصر فالبصر
يدرك صورة هذا المبصر مستديرة عند دائرة الانعطاف و يدركها على
الاستقامة ايضاً وذلك ما اردناه ﴿ الشكل - ١٥٣ ﴾ وليكن
سطح المخالف كريا وتقعيره يلى بصر * ا * ولتكن * ب * نقطة مضيئة فيه
وجسمها غلظ وفصل اعطفها قوس * ج د ه * والمركز * ح * ونصل * ا
ح د * ونخرجه فى جسم * ب * فنقطة * ب * ان كانت على هذا الخط
فيدرك بالاستقامة ولا يدركها بالانعطاف البتة و الا فليدركها بالانعطاف
من نقطة * ج * ونصل * ب ج * ونخرجه الى * ط * ونصل * ج ح *
فلان جسم * ا * الطف فخط * ب ج * ينعطف الى خلاف جهة العمود

فلا يصل الى * ا * فلا يمكن ان يدركها البصر بالانعطاف ثم ان لم نكن * ب *
على الخط المذكور فنتمم دائرة * ج د ه * وليقطع محيطها خط * ا د * على
ك * في مقابلة * د * فبصر * ا * اما ان لا يكون خارج الدائرة وحينئذ اما
ان يكون عند * ح * او على احد خطى * ح د * ح ك * واما ان يكون
خارجا فان كان على * ح * فلا يدرك * ب * الا بالاستقامة لان الخطوط
الخارجة من * ح * الى المحيط اعمدة و * ح * لا يمكن انعطافها من نقطة
والالزم المحال المذكور غير مرة وان كان البصر على خط * ح د * فلا يراها
بالاستقامة بل بالانعطاف وليكن من نقطة * ج * فلا يمكن الانعطاف من
غير * ج * والا فليكن من * م * فنصل * ب ج * ب م * ونخرجها الى
ط ن * ونصل * ح ج * ح م * ونخرجها الى * ل ع * ونصل * ج ا * م ا *
ونخرجها الى ان يلقيا المحيط على * س ه * فلان جسم * ا * الطف يكون
انعطاف * ب * فيه الى خلاف جهة العمود فيكون خط * ج ط * بين
خطى * ج ح * ج ا * وكذلك * م ن * بين * م ح * م ا * فزاوية * ب ج
ا * تكون مما يلى نقطة * د * ونقطة * ب * من وراء * ح ج ل * اعنى من
جهة نقطة * ك * وزاويتا * ط ج ح * ن م ح * هما عطفيتان وزاويتا * ط
ج ا * ن م ا * انعطافيتا هما فزاوية * ن م ح * اما ان تساوى * ط ج
ح * او تكون اعظم او اصغر فان ساوتها كانت زاوية * ا م ن * مثل
ا ج ط * فتكون زاوية * ب م ا * مثل * ب ج ا * هذا خلف وان كانت
اعظم فزاوية * ا م ن * اعظم من * ا ج ط * فزاوية * ب م ا * اصغر
من زاوية * ب ج ا * هذا خلف وان كانت اصغر * فا م ن * ايضاً اصغر
من * ا ج ط * وجميع * ا م ح * اصغر من جميع * ا ج ح * ونقصان * ا م ن *

عن

عن ا ج ط * اقل من نقصان * ا م ح * عن * ا ج ح * الذى هو نقصان
ج ح م * عن * ج ا م * لان الزاويتين اللتين عند تقاطع خطى * ج ا * م ح *
متساويتان فنقصان * ا م ن * عن * ا ج ط * اصغر من نقصان * ج ح م *
عن * ج ا م * لكن زاوية * ج ا م * تساوى التى توترها عند المحيط قوسا
ج م * س ه * مماوزاوية * ج ح م * تساوى التى توترها عند المحيط ضعف
قوس * ج م * فضعف قوس * ج م * اصغر من قوسى * ج م * س
ه * ويكون النقصان بقدر نقصان * ج م * عن * س ه * فنقصان * ج ح
م * عن * ج ا م * هو بقدر الزاوية التى توترها عند المحيط نقصان قوس
ج م * عن * س ه * فنقصان * ا م ن * عن * ا ج ط * اصغر منها (١) وهى
اصغر من زاوية * ج ا م * ونقصان * ا م ن * عن * ا ج ط * هو نقصان * ب
ج ا * عن * ب م ا * فنقصان * ب ج ا * عن * ب م ا * اصغر من زاوية
ج ا م * وهو مثل زاويتى * ج ا م * ج ب م * هذا خلف فلا يمكن انعطاف
ب * الى * ا * من نقطة غير * ج * وان كان بصر * ا * على خط * ج ك *
فالبيان كما ذكرنا بعينه وان كان خارجا عن خط * ك د * فليكن فى جهة * ك *
والجسم الذى فيه * ا * متصلا الى التقعير فاما بعد اخراج خطوط * ب
ج * ط ب * م ن * ح م * ع ح * ج ل * تصل خطى * ا ج * ا م *
فهما يقطعان المحيط مما يلى * ا * فليقطعاه على * ص ق * فان كانت عطفية
ط ج ح * تساوى عطفية * ن م ح * فان زاوية * ب ج ا * تساوى * ب *
م ا * بمثل ما مر وهو محال وان كانت اعظم فتكون * ب ج ا * اصغر من
ب م ا * وذلك ايضا محال وان كانت اصغر فانعطافية * ط ج ا * ايضا
اصغر من * ن م ا * وجميع * ح ج ا * اصغر من جميع * ح ا م * فتكون

---

(١) ن - منهما *

ج ح م * اصغر من * ج ا م * و زاوية * ج ح م * توترها عند المحيط قوس هي ضعف * ج م * و * ج ا م * توترها عند المحيط زيادة قوس ج م * على * ص ق * فضعف قوس * ج م * اصغر من زيادة قوس * ج م * على قوس * س ق * هذا محال فليس تنعطف صورة * ب * الى بصر * ا * الامن نقطة واحدة فلا يكون لها الا خيال واحد ويكون اما قدام البصر واما من وراء * د * واما في موضع الانعطاف كما تبين فيما تقدم

﴿ الشكل ـ ١٥٤ ﴾ وان كان جسم * ا * اغلظ كما اذا كان البصر * ب * والنقطة المبصرة * ا * فلا يكون * لا * الا خيال واحد كما بينا في الشكل الثامن وجميع ما بيناه في الانعطافات عن محيط الدائرة عن محدبها و عن مقعرها يلزم في السطوح الكرية و الاسطوانية ما خلا الانعطاف المستدير عن محيط الدائرة فانه لا يكون في غير الكرية *

(اقول) وفي حكم الكرية المجسمات الحادثة من ادارة القطوع على سهامها *

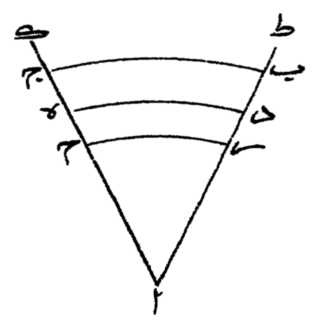
قال تنبيه

هذا اذا كان جسم المشف متشابه الجوهر فاما اذا كان جوهره مختلفا فان الخيالات قد تختلف بحسب الموضع وقد تتعدد وكذلك ان لم يكن سطح المخالف واحدا كما ذكرنا يعني مستويا او مستديرا كريا *

تنبيه

وربما نظر ناظر الى كرة مشفة صغيرة او اسطوانية مشفة صغيرة من البلور واشباهه وكان وراءها مبصر في الهواء مثلا و يجد خياله على صفة مخالفة لما ذكرنا وربما تعدد وذلك انما يكون بسبب انعطافين انعطاف من الهواء في سطح الكرة الذي يلي البصر الى سطحها الآخر وانعطاف آخر من ذالك

الشكل ١٥٤



ذاك السطح الى البصر فى الهواء وسنشير الى طرف من ذلك عند الكلام فى اغلاط البصر بسبب الانعطاف *

الفصل السادس

في كيفية ادراك البصر للمبصرات بالانعطاف اثنا عشر مقصدا *

مقدمة

قد تبين ان الصور كيف تمتد فى الاجسام المشفة الى سطوح اجسام مخالفة وكيف تنعطف عنها فيها وان السمتين اللذين عليهما يمتد وينعطف ضوء نقطة الى نقطة اخرى هما اللذان عليهما يمتد وينعطف ضوء الاخرى الى الاولى وتبين بالاستقراء ان كل جسم مخالف للهواء اذا نظر اليه الناظر فانه يدرك كل ماوراءه من المبصرات المقابلة للبصر *

(اقول) فيه نظر وذلك ان المقابلة مفسرة فى الكتاب بان لا يقطع السمت المستقيم المتوهم بين البصر والمبصر كثيف واذ ذاك فالحكم العام منتقض بالكرة المشفة اذا قوبل بها البصر فان جميع ماوراءها لا يدركها البصر بل بعضها كما بين فى ذيل الكتاب مع ان الحائل غير كثيف *

(قال) وكذلك اذا نظر ببصر واحد اوجعل البصر على مشف اغلظ من الهواء كالماء والزجاج فانه يرى جميع ماوراء ذلك الجسم مما فى الهواء *

(اقول) وفيه النظر السابق بل كلما قوبل البصر بجسم مشف اغلظ من الهواء محدود النهايات عند الحس على اى شكل كان فلا بد وان يحتجب به بعض مما فيه وبعض مماوراءه فى الهواء عن البصر يتبين ذلك فى الخاتمة ان شاء الله تعالى *

(قال) وان حرك الناظر بصره يمنة ويسرة بل فى كل جهة ولم يبعده عن

موضعه الاول كثيرا فانه يدرك كل ماكان يدركه في الاول او اكثره ولان البصر لا يدرك بالاستقامة من وراء المخالف سوى نقطة واحدة فتمام الصورة انما يدركها من الضوء الممتد من المبصر الى سطح المشف المنعطف الى البصر واذا ادرك البصر صور المبصرات التي في المخالف في موضع من الهواء فان فرض مكان البصر نقطة مضيئة خرج عنها مخروط ضوء الى السطح وانعطف على الجسم الاول الى المبصرات في وقت واحد وحالة واحدة وكذلك حال كل نقطة قريبة من البصر وليس وقت من الاوقات اخص بهذه الحال من غيره بل هذه خاصة طبيعية للضوء واللون الذين في المبصرات واذا كان كذلك فكل نقطة من المبصر فان صورتها تمتد الى كل نقطة في الهواء مستقيمة او منعطفة فصورة جميع المبصر منعطفة الى كل نقطة في الهواء ولذلك يرى جماعة متفرقة في بلاد شتى كوكبا بعينه من السماء في وقت بعينه وهذه الحال موجودة في الجسم الواحد ايضاً اعني ان صورة المبصر الذي فيه ممتدة الى كل نقطة فيه *

الفصل الاول (ا) فيلزم ان تكون كل نقطة في الهواء يمتد منها الى سطح كل جسم مشف فيه مبصر من المبصرات مضيء مخروط منعطف رأسه النقطة التي في الهواء وقاعدته ذلك المبصر وانعطافه عند سطح المشف *

(اقول) قوله مخروط منعطف انما هو تساهل منه والقول المستقصى فيه ما مر من انه مجسم مركب من مخروطين فالمستقيم منهما تام والمنعطف اما تام او ناقص كما يتحقق في ذيل الكتاب ان شاء الله تعالى *

الفصل الثاني (قال) فهذا كيفية ادراك البصر للمبصرات بالانعطاف *

(ب) قدمر في فصل الخيال ان مايدركه البصر بالانعطاف يدركه في

موضع الخيال وهو الفصل المشترك المذكور فاذا توهمنا ان كل نقطة من المبصر خرج منه عمود على السطح فيحدث منها جسم خارج من المبصر الى سطح المشف *

اقول هذا اذا لم يكن سطح المبصر مستويا وقائما على سطح المخالف فان جميع الاعمدة حينئذ يكون فى ذلك السطح *

قال وكل خط من خطوط هذا الجسم يلاقى خطا من خطوط مخروط شعاع البصر فاذا اخرج المخروط الممتد من مركز البصر على استقامته قطع الجسم وحدث بينهما فصل مشترك هو سطح فيه جميع خيالات نقاط صورة المبصر وذلك السطح هو خيال المبصر.

اقول اما صاحب الكتاب رحمه الله فانه ذكر هذا المعنى بهذه العبارة فيلزم ان يكون هذا الجسم قاطعا للمخروط المنعطف ثم اقول نقطة المخروط المنعطف ليست على ما ينبغى اذا لمنعطف هو الذى يمتد الى الصورة فهو لا يلاقى الجسم اعنى الاعمدة المجتمعة الا عند الصورة فلا يكون الفصل على هذا خيالا *

قال (ج) فان كان سطح الجسم الذى فيه المبصر مستويا فان الجسم المتوهم يكون متساوى الغلظ ويكون الخيال اعظم من المبصر بمقدار يسير *

اقول وفى الحكم نظر سنذكره فى الفصل السابع *

قال (د) وان كان كريا محدبه يلى البصر و المبصر من دون مركزه فان الجسم المتوهم يكون مخروطا رأسه مركز الكرة واتساعه الى جانب السطح مما يلى البصر :

(ه) فان كان القاطع بين المبصر و بين السطح الكرى كان الخيال اوسع

الفصل الثالث

الفصل الرابع

الفصل الخامس

القصد السادس
من المبصر نفسه *
(و) وان كان التقاطع من وراء المبصر كان الخيال اضيق من المبصر *
اقول هذان الحكمان ليسا على اطلاقهما كما يتبين من مباحث الخاتمة *

القصد السابع
قال (ز) وان كان المبصر من وراء مركز السطح الكرى فان الجسم المتوهم يكون مخروطين متقابلين رأسهما مركز الكرة وتكون مواضع التقاطع بين الجسم المتوهم وبين المخروط المنعطف مختلفة فربما كان موضع التقاطع الذى فيه الخيال اعظم من المبصر وربما كان اصغر وربما كان مساويا له *

القصد الثامن
(ح) وان كان السطح كريا مقعره يلى البصر فان الجسم المتوهم يكون مخروطا رأسه مركز الكرة فيكون كلما قارب السطح الكرى ضاق واجتمع وكلما كان موضع التقاطع اقرب الى مركز الكرة من المبصر كان الخيال اصغر وكلما كان ابعد كان الخيال اعظم *
اقول وفيه ايضاً نظر يتبين فى الخاتمة *

القصد التاسع
قال (ط) واذا ادرك المبصر الواحد عدة من الابصار فى وقت واحد فان خيالات تلك الابصار كلها تكون على الجسم المتوهم القائم على المشف *

القصد العاشر
(ى) والمبصر الواحد قد يدركه الانسان فى وقت واحد بالبصرين معا بالانعطاف واحدا *
اقول بل كثير اما يدركه *
(قال) وذلك لانا قد بينا فى المقالة الثالثة ان كل مبصر يدرك على استقامة بالبصرين معا اذا اجتمع على كل نقطة منه شعاعان من البصرين متشابها الوضع بالقياس الى سهمى البصرين فانه يدرك واحدا فان لم يكن تشابه ذلك الوضع فبحسب كل شعاع يتعدد واكثر مايدرك منها يكون وضعها

من

من البصرين متشابها والمدرك بالانعطاف انما يدرك في موضع الخيال والخيال يدرك بالاستقامة فاطرد هذا الحكم واذا كان وضع خيال المبصر بالقياس الى البصرين وضعا مختلفا اختلافا يسيرا فانه ايضا يرى واحدا لكن الصورة التي يدركها البصر من الخيال تكون مخالفة لصورة المبصر ومنشمية لا محققة واذا كان الاختلاف كثيرا فانه يرى الصورة اثنتين الا ان ذلك يكون نادرا هذا هو كيفية ادراك البصر للمبصرات بالانعطاف *

(يا) واذ تبين ذلك فانا نقول قولا كليا ان البصر انما يدرك جميع المبصرات بالانعطاف سواء كانا يعني البصر والمبصر في جسم واحد مشف او في جسمين مشفين وسواء كان الادراك بالاستقامة او بالانعكاس *

(اقول) يريد ان البصر يدرك جميع الاشياء بالانعطاف بلا منع لان يرى بعضها بالاستقامة *

(قال) وهذا الانعطاف هو عند سطح البصر يعني الجزء المقابل لثقب العنبية من سطح القرنية وذلك ان طبقات البصر التي هي القرنية والبيضية هي ايضا مشفة واغلظ من الهواء فلان صور المبصرات التي في الهواء ممتدة في انحائها وهي مماسة لسطح البصر فلا بد ان تنتهي اليه ثم تنعطف عنه في طبقات البصر فان امتدت على الاعمدة القائمة على سطح البصر نفذت على استقامتها ولا انعطفت على الانحاء المشروحة والنافذة على الاستقامة ايضا تنعطف من نقاط اخر وذلك ان جميع خطوط الشعاع التي هي اعمدة على سطوح طبقات البصر يشتمل عليها مخروط رأسه مركز البصر وقاعدته محيط ثقب العنبية وهذا المخروط وهو المسمى مخروط الشعاع اذا امتد وتباعد عن البصر اتسع فكل مبصر كان داخل المخروط فان صورته تمتد على استقامة

خطوط الشعاع وتنفذ فى الطبقات بالاستقامة وكل مبصر كان خارج المخروط فلا يمكن امتداد صورته الى سطح البصر على العمود فلا يرى الا بالانعطاف اما كيفية رؤيته بالانعطاف فهى ان صور المبصرات المقابلة للسطح المذكور تمتد على استقامة الى سطح البصر التي فاذا انتهت اليه انعطفت فيه ضرورة ولان كل نقطة فى مخروط الشعاع فان صورتها تمتد فى مخروط رأسه هي وقاعدته سطح البصر والخطوط التي التأم عنها المخروط جميعها مائلة على السطح سوى خط واحد فصورة النقطة الممتدة عليه تنفذ مستقيمة والاخرى تنفذ منعطفة فثبت ان جميع الصور المقابلة تنفذ منعطفة وبعضها تنفذ مستقيمة وكذلك حكم صور المبصرات التي هى فى جسم مشف غير الذى فيه البصر كالماء والسماء والتي من وراء سائر الاجسام المخالفة والتى تنعكس عن الاجسام الصقيلة وتنتهى الى سطح البصر وقد بقى لنا بيان ان الصور المنعطفة فى البصر تحس بها القوة الحساسة *

الفصل الثاني

(يب) قد بينا فى المقالة الاولى ان الحاس لو كان يحس من كل نقطة من سطحه بكل صورة ترد اليه لكان يحس بصور المبصرات ممتزجة غير متميزة وبينا انه ليس يحس بها الامن سموت الاعمدة القائمة على سطحه فقط واذ كان كذلك تميزت له المبصرات غير ممتزجة وبينا فى هذه المقالة ان الصور المنعطفة لا يدركها البصر الا على الاعمدة الخارجة من المبصرات على سطوح الاجسام اعنى على مواضع الخيالات والاشعة الخارجة الى موضع الخيالات هى الاعمدة الخارجة من مركز البصر على سطوح طبقاته فتبين ان الصور المنعطفة ايضاً من سطح البصر انما تدرك على سموت الاعمدة القائمة على سطح البصر فتكون ايضاً متميزة .

(اقول) فان قيل فاذا ادرك البصر نقطة * ا * فى الهواء بالاستقامة وادرك نقطة * ب * بانعطاف وكان خيالها فى موضع * ا * فقد حصلت الصورتان فى موضع واحد من سطح البصر فيلزم الامتزاج وعدم التميز *
قلنا هذا الفرض محال لان الخيالات يكون جميعها مركز البصر فلا تكون عند * ا *

(قال) واذ ذاك فالصور التى ليست فى مخروط الشعاع انما يدركها البصر بالانعطاف و الاشعة التى تنعطف من البصر الى تلك المبصرات يجوز ان تسمى خطوط الشعاع على طريق الاستعارة لانها شبيهة بخطوط الشعاع من حيث خروجها عن البصر *

﴿ اعتبار ﴾

وقد بقى ان نبين ان البصر يدرك المبصرات الخارجة عن مخروط الشعاع انعطافا بالقياس والاعتبار وذلك ان مؤخر العين ومؤقها وما يحيط بها من محاجرها خارجة عن المخروط بلاشبهة فاذا اعتمد الناظر ميلا دقيقا فجعل طرفه عند مؤخر عينه فيما بين جفنه و سكن بصره فانه يرى طرف الميل وكذا ان داخله فيها والصق طرفه بجانب سوادها او قريبا منه وكذا اذا الصق سبابته بجفنه الاسفل و يعتمد ان يكون سطح الاعلى موازيا لسطح البصر عند الحس فانه يرى سطح سبابته وهذه المواضع كلها خارجة عن المخروط بلاتردد لان مخروط الشعاع الذى على اعاليه دائرة ثقب العنبية لا يتسع الى محاجر العين وان تحركت فى جميع نواحيها ولاشك ان صورة الميل والاصبع تمتد الى سطح البصر فى الهواء على الاستقامة وتلك الخطوط خارجة عن المخروط فهى لا تنفذ فى الطبقات اعمدة على سطح البصر وهى

مرئية فتنفذ منعطفة هذا بالقياس *

اعتبار آخر

و يمكننا ان نبين بالاستقراء ان البصر يدرك المبصرات التى فى داخل مخروط الشعاع بالانعطاف مع ادراكه لها على استقامته وذلك بان يعتمد الناظر ابرة اوخلالة دقيقة و يقابل حائطا ابيض نقى البياض ويستر احدى عينيه ويجعل الابرة مقابلة للعين الاخرى ويقرب الابرة الى بصره جدا ويجعلها مقابلة لوسط بصره وينظر الى الحائط الابيض فانه يرى الابرة كأنها جسم مشف فيه بعض الكثافة ويرى كل ما وراءها ويجد عرض الابرة اضعافه لقربها من البصر واذا جعل على الموضع من الحائط نقوشاً مختلفة ثم يعتبر كما ذكرنا فانه يرى تلك النقوش تماما غير مستترة اصلا بشرط ان لا يبعد عن النقوش بعدا متفاوتا وليس ذلك من خواص الكثيف بل ذلك خاصة المشف وكان من حقها ان تستر اضعاف عرضها من الحائط لكثافتها ولان الابرة دقيق عرضها اقل من عرض سطح البصر و الصورة التى على الحائط الممتدة على استقامة الى البصر مقطوعة بالابرة غير ممكن ان تصل مستقيمة الى البصر و هى مرئية فلا شك انها منعطفة فى الجزء الذى لم تستره الابرة من سطح البصر ويحقق هذا المعنى ان الابرة لو كانت غليظة ساترة لجميع سطح البصر فلا يرى شيئا من الحائط البتة واذا رفع الناظر الابرة فلا يبطل ذلك الانعطاف الذى كان قبل لانه ماكان بسبب الابرة بل يزيد فى الانعطاف ماينعطف من المواضع التى كانت مستترة بالابرة وتحققه ان الناظر يرى الموضع بعد رفع الابرة ادراكا ابين فاما الشفيف الذى يدركه فهو غلط وذلك لان الناظر قد علم ان الجسم المشف لا يستر ماوراءه

فظن

فظن ان كل مالا يستر ماوراءه يكون مشفا *

حاصل الفصل

فقد تبين ان جميع ما يراه البصر بالاستقامة والانعكاس والانعطاف فانما يراه بالانعطاف عند سطح البصر فمنها ما يدركه باستقامة وانعطاف ايضا عنده ومنها ما يدركه بانعطاف عنده فقط ولهذا صار مايقابل وسط البصر ابين مما هو محيط به وذلك لان ما يدركه هناك يدركه بالاستقامة والانعطاف معا وما يحيط به يدركه بالانعطاف فقط *

(اقول) فان قيل اذا كان الجزء من سطح الجليدية مشغولا بصورة الخلالة الواردة على الاستقامة فصورة ماتحجبه الخلالة اما ان ينعطف الى مكان صورة الخلالة اوالى غيره فان كان الى مكانها كان واجبا ان لا يحس بها لشغل الصورة القوية الحاس وان كان الى مكان آخر فكان واجبا ان لا يرى المتحتجب على سمت الخلالة *

(قلنا) الانعطاف انما هو الى ذلك المكان اوالى مكان قريب منه بحيث لا يقدر الحس على التمييز بينهما كما تقتضيه اصول الانعطاف والشغل حاصل لكنه ليس بالكلية ولذلك يدرك الامتزاج فان قيل لم كانت الخلالة اذا كانت على مد من البصر تحجب ماوراءها بالكلية وهي اذ ذاك اصغر عند الحس منها اذا كانت على قرب متفاوت واضعف تأثيرا في البصر لضعف صورتها ولم يكون هذا الادراك عندما تكون على قرب من البصر خارج عن الاعتدال *

(فنقول) والله الملهم للصواب لما كان الاحساس بالصورة من اجل تأثيرها في البصر وكانت الصورة الواردة على استقامة اقوى كان تأثير

المستقيمة اشد الا ان الصور المنعطفة تتفاوت فى القوة والضعف فمنها ما هى قريبة جدا من المستقيمة ومنها ما هى ابعد وابعد بحسب صغر الانعطاف وعظمه وهذه الصور جميعها انواع متباينة والتباين بينها اشد من التباين بين اجزاء ضوء واحد ممتدة فى مسافة لان الصور المنعطفة يجتمع فيها الانعطاف والبعد عن المبدأ اذا كان سطح المخالف مستويا او محدبا كسطح البصر واذا كان محدبا كان الضعف الحادث بسبب الانعطاف فى مسافة اقل منه اذا كان مستويا بل بينهما نسبة المتناهى الى غير المتناهى وكلما كان التحديب اكثر كما فى سطح البصر كانت مسافة الانعطاف اقصر والتباين بين الصور المنعطفة اكثر وهذا مما نشاهد عند التأمل والصور المتباينة اذا اجتمعت فى موضع لم تبق صورة منها على صرافتها وقوتها بل انكسرت قواها وهيأتها وتحدث عند ذلك صورة تباين الكل والحادثة فقد تصير اضعف من الاقوى منها اذا كانت الصور متباينة جدا وقد تتقوى اذا كانت متشابهة و نظير ذلك ان ضوء الصباح اذ ظهر ففى تبا شيره لا يبد ومنه للناظر سوى اثر ضعيف جدا لا تأثيرله فى الجو ويوجد فى الجو ضوء ما بحسب ما يشرق عليه من الكواكب فاذا قوى ضوء الصباح قليلا احس فى الجو بظلمة لم تكن قبل ثم يزداد ضوء الصباح قوة فتزول تلك الظلمة ويحس فيه بضوء مخالف لما كان قبل واقوى لان ضوء الصباح يباين اضواء الكواكب جداً و يوجد لهذا المعنى نظائر فى الامور الطبيعية ثم ان الاضواء ليست تضعف حال امتداداتها عن المبداء فى مسافة واحدة على نسبة واحدة ليكون ضوءان مختلفان واردان من بعد واحد الى مكان واحد متناسبين فى الضعف فى كل جزء من اجزاء المسافة التناسب الاول لان الضوء القوى تكون

مسافة ما بين مبداءه ومنتهاه عند اضمحلاله له اعظم من مسافة الضعيف فما يعرض له من الضعف فى اجزاء مسافته انما يكون بحسب تناسب اجزاء تلك المسافة و كذلك الضوء الضعيف فالمرتبة التى يصل اليها القوى من الضعف تكون فى جزء من المسافة اعظم من مسافة تلك المرتبة بالنسبة الى الضعيف فاذا امتد ضوء ان مختلفان من بعد واحد فكلما بعدا عن المبدأ كان الاختلاف بينهما اشد فاذا اجتمعا عند ذلك فى محل واحد كان تأثير القوى فى الضعف اظهر والتباين بينهما اكثر فالبصر قد يدرك الصورتين من قرب فاذا بعد عنهما قدر الايحس باحداهما ويحس بالاخرى فاذا قابل البصر المبصر تشكل بينهما مخروط استقامة وتشكل بين كل نقطة من المبصر وسطح البصر مخروطات اضوائها و تنعطف جميعا فى البصر الا الاعمدة ومعلوم ان صور النقط المنعطفة فى الجسم الكرى اعنى البصر انما تحصل فى اجزاء من الجليدية اقرب الى السهام من نقطة الانعطاف وللصور الانعطافية مراتب واقواها التى هى الصورة المستقيمة فاذا قرب المبصر جدا ظهر بعض المنعطفة على المستقيمة بعض الظهور فيحس بها البصر ولانها ابعد عن العمود فتكون الصورة اعظم لان صورة النقطة المنعطفة فى البصر تحصل فى دائرة من سطح الجليدية مركزها موضع صورتها الواردة على الاستقامة ولانها تخالف المستقيمة فتكسرها فلا تبقى للمستقيمة القوة على الحجب بالكل فتظهر صورة ما وراءها بالانعطاف ولما كان المبصر كلما يدنو من البصر تقوى صور نقاطه المنعطفة و تصير صورها المنعطفة اعظم وصورها المستقيمة اضعف لغلبة المنعطفة وقوتها فيدرك شفيف الصورة اشد ويرى ما وراءه ابين هذا وازداد نقش الصورة عند القرب القريب و اشباهها

الى هذا السبب اولى واقوى فان السبب المذكور ثم مظنون والاسناد اليه كان على سبيل الاضطرار وهذا السبب امر موجود محقق *

﴿ رد والزام ﴾

وبعد ذلك فنقول لو كان الابصار بالشعاع لما ادرك البصر المبصرات الملتصقة بالمحاجر لان تلك الخطوط لا تتسع اليها ولما ادرك المبصر الذى على سمت الخلالة الدقيقة لان جسم الخلالة الكثيفة يقطع السموت الشعاعية ولا يمكن ان ينعطف شيء من الخطوط الشعاعية فى الهواء لكون الجميع اعمدة فلا يمكن ادراك هذين الصنفين من المبصرات لاستحالة انتهاء خطوط الشعاع اليهما على الاستقامة وبالانعطاف وبالانعكاس لكنهما يدركان فلا يكون الابصار بالشعاع وذلك ما وعدنا ايراده فى اوائل الكتاب *

﴿ تنبيه ﴾

والبصر قد يحس باختلاف ضوءين من بعد بعيد غير متفاوت ولا يحس من القرب لما ذكرنا ان الضوءين المختلفين اذا بعدا عن المبدأ اشتد اختلافهما لان المسافة تؤثر فى الاضعف اكثر مما تؤثر فى الاقوى ومن نظائر ذلك انه اذا كان جداران متقاربان متوازيان ليس البعد بينهما باكثر من خمسة اذرع وقد ارتفعت الشمس حتى استظل اصل احدهما بالآخر دون وجهه ثم كان من وراء الجدار المظل من جهة الشمس بقربه جسم عريض منتصب كشجرة او منارة بحيث يقع ظله على وجه الجدار الضاحى المستظل اصله و ينتهى الى اعلاه فيقطع الضوء الذى عليه والمعتبر على بعد من مكان ظل ذلك الجسم فانه يرى على وجه الجدار المقابل للضاحى المستظل جميعه بالوجه الآخر ظلا شبيها بظل ذلك الجسم القائم وضعا وقدراً وكذا على الجزء من وجه

الارض

الارض المستظل ويوجد ماقرب من الجزء الذى على وجه الارض والجدار من اصل ذلك الظل الذى عند اصل الجدار اكثف ظلا من البعيد وكذا لو كان بعض وجه الارض ضاحيا واذا قرب المعتبر من ذلك المكان فلبس يدرك ذلك بل ظلا متشابها واذا بعد جدا فليس يدركه ايضا بل ظلا متشابها اكثف من الاول وذلك لان وجه الجدار المظل انما يستضيىء بالضوء الثانى الوارد اليه من الجو ومن ضوء الجدار الضاحى وكل نقطة منه فانما تستضيىء من النقطة الاقرب اليها من وجه الضاحى اشد من استضاءتها من سائر النقاط فلما كان سائر اجزائه يستضيىء من الاجزاء القريبة والبعيدة وموضع الظل لم يستضيىء من الجزء الاقرب لكونه مستظلا بالجسم القائم فضعف فيه الضوء الثانى الوارد من وجه الضاحى ومن الجو وقوى فى سائر الاجزاء فاذا كان البصر على بعد غير بعيد منه احس بنقصان الثانى عن الاول فادرك تفاوتا فحكم بوجود الظل واذا كان على قرب قريب لم يقع ذلك الاحساس لقلة التفاوت وكذا اذا كان على بعد بعيد لضعف الصورتين وهذا مما يستغرب ان البصر يميز بين مختلفين عن بعد ولا يميز عن القرب المعتدل *

(وقال) وهذا المعنى اعنى ان جميع مايدركه البصر يدركه بالانعطاف هو معنى ما ظفر به احد من المتقدمين ولا نبه عليه احد من المتأخرين وهو كيفية ادراك البصر لجميع المبصرات على التحقيق *

(اقول) اللازم من جميع ما تحقق من حال البصر ان مخروطا متوهما رأسه مركز البصر وقاعدته محيط الثقب ويخرج من البصر مستقيما ولا يتسع الى اطراف المحاجر فما وافاه ادرك باستقامة وماعن حواليه الى نهايات مايدرك بالانعطاف *

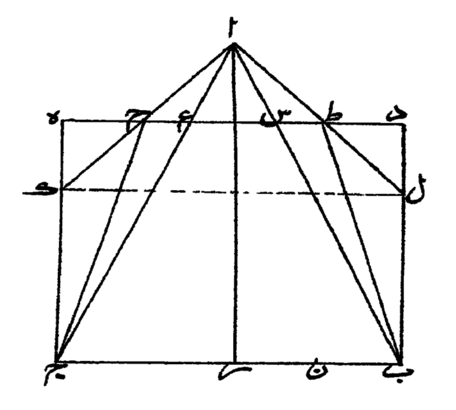
(فنقول) اول انانجد عند التحديق الى نقطة ان موضع التحديق مبين محقق والذى يتلوه قريب منه ويحدث الاشتباه بحسب البعد عن الموضع الى النهايات على تدريج ويدرك جميع مايدركه على ترتيبها ثم ليكن مركزالبصر * ا * و تتوهم سطحا يمر به ويمر كز ثقب العنبية وليحدث فى محدب القرنية قوس * ب ج * و فى مقعرها قوس * د ه * و فى سطح الجليدية قوس * ز ح * ولتكن نقطتا * د ه * على محيط الثقب ونخرج * ا ب * ا ج * الى * ط ك * فصور النقط التى بين خطى * ج ك * ب ط * ترد على خطوط الشعاع فاما الخارجة فان الصورة الواردة المتناهية (١) الى * ب * اذا انعطفت فانما ترد الى نقطة فيما بين * د ه * ضرورة و بالاولى الواردة الى نقطة اخرى من قوس * ب ج * فصور النقاط المتيامنة عن * ب ط * تحصل متياسرة ولا يرد الى البصر صورة نقطة تنتهى الى نقطة خارجة من قوس * ب ج * الا اذا كانت تنعطف الى * د ا * و نقطة بين * د ه * والا حجبها جرم العنبية ﴿ الشكل - ١٥٥ ﴾ واذ ذاك فمحل الصورة المتيامنة متياسرة فلا تحصل الصور المنعطفة مترتبة كترتيبها فى الخارج ويلزم ايضا ان تمتزج الصورة المنعطفة ببعض المستقيمة *

(ولا يقال) انها تتميز بمواضع الخيالات لان الخيالات جميعا تكون مركز البصر وكلاهما محال لا محيص عنهما على تلك الاصول والذى سنح فى حل ذلك من حال مخروط الشعاع هو ان الاشعة ينبغى ان تكون خارجة من مركز البصر الى ان تنتهى الى مقعر القرنية ولا يكون سطح مقعرها موازيا لمحدب الجليدية بل مركز استدارتها يكون اقرب اليها من مركز البصر ولا يبعد ذلك من قوة اندفاع الروح التى تملؤ الرطوبة البيضية وتقل القرنية حتى

(١) ن - المتيامنة *

يصير

الشكل ١٥٥



يصير تقعيرها كنصف كرة واذ ذاك فينعطف مخروط الشعاع بعد النفوذ في جسم القرنية على اتساع اعظم لما تقتضيه الاصول وذكر فصلا في الخاتمة الا السهم واذ عطف ما قرب منه اصغر ثم يكون مركز محدب القرنية ابعد في الغور قليلا اولا فاذا انتهى المخروط المنعطف اليه انعطف ثانيا في الهواء على اتساع اعظم ايضا الى اطراف المحاجر فتكون جميع النقاط المدركة على ترتيبها وما قرب من السهم ابين ادراكا والمبصرات التي تقع في حواشي المخروط المنعطف ثانيا لا بد وان ترى مشتبهة واعظم مما هي عليه وكالمطاول اوالثنين وعلى تدريج كما هو المشاهد وان لا يكون مركز محدب القرنية مركز البصر فانا نشاهد في بعض الحدق نتوا شديدا وان يكون مخروط الشعاع الخارج من ثقب العنبية ينعطف الى نهايات القرنية حتى لا يبقى جزء منها عطلا فان كان هذا الوجه عند ارباب النظر سليما عن القدح فليلحقوه بالتحقيق الذي تفرد به الحاذق فرع باصل وحاصله ان البصر لا يدرك بالاستقامة سوى نقطة التحديق واما سائر ما يقابله فبالانعطاف والله اعلم*

ومما يصحح هذا الوجه انا نجد الاعظام في الضوء الضعيف جدا كما واخر الغلس اعظم اذا لم يكن المبصر قريبا من البصر فان الناظر في ذلك الوقت اذا كان في غبر فانه يرى الحمار في عظم البعير وذلك لان مخروط الشعاع وهو المتشكل بين البصر ومحيط ثقب العنبية ينمو بحسب الاتساع فيعظم الدائرة التي يفرزها المخروط من سطح الجليدية فتصير حصص المبصرات من تلك الدائرة اكبر فتصير زوايا مخروطاتها عند البصر اعظم واشتباه صورها يوهم زيادة بعد فينضم الى ماذكر فيظن انها اعظم وكذا الحال في رؤية المبصرات في الضباب اعظم اذ كان البصر في الضباب وهذا لا يتأتى على الوجه المشهور

فاعرف ذلك *

(فان) قيل فعلى هذا الفرض ايضا اذا حصل الانعطاف فيكون المدرك في موضع الخيال وهو مركز البصر فلا يحصل التميز *

(قلنا) لا بد من حصول الخيال فيه لكن البصر ليس يدرك موضع الخيال ابدا اذا كان عند مركزه * ا (١)* ومن ورائه وذلك معلوم بالضرورة حال مشاهدة امثالها انعكاسا او انعطافا وانما يتفرع هذا الحكم على ادراكه لموضعه اذا كان قدام البصر من دون المرآة اومن ورائها وعلى سبيل الاطراد والحدس فى طريق الاعتبار بل يميز فى تلك الحال المبصرات بالسموت ويعرف انه لا يدرك مواضعها فادراك مواضع خيالات الصور المذكورة على ما ذكر وذكرنا محال لان جميعها مركز البصر ثم انا نتيقن على النحو المذكور فى ادراك المعانى الجزئية ادراكنا لمواضع الصور المذكورة مترتبة ولا يمكن ذلك على اصله لان الصور المنعطفة حينئذ لا تنعطف الا عن سطح البصر المحاذى للثقب الموازى لسطح الجليدية واذا انعطفت عن نقطة فان خط الانعطاف لا ينتهى الى الشعاع الخارج الى تلك النقطة بل يقع عن الشعاع فى خلاف جهة المبصر واذا حصلت عند سطح الجليدية فاما ان تتميز عن صورة واردة على الاستقامة الى ذلك الموضع ان كانت اولا فان لم تتميز لم يدركها والادراك محقق وان تميزت ادركها من سمت واحد وذلك خلاف العيان وان لم يكن ثم صورة واردة على الاستقامة فيلزم عكس الترتيب وامكانه على الفرض المذكور معلوم لان الموضع يكون مدركا حسب ادراك اسبابه على حدة من اليقين والاشتباه ومن الدلائل على ان الاشعة التى بها تتميز المبصرات ليست منحصرة فى التى

---

(١) كذا — ولعله عند مركزه اومن *

تخرج مما يقابل ثقب العنبية فقط انا اذا اخذنا عودا غلظه اعظم من قطر الثقب وقربناه الى البصر الى ان يحصل بين الاهداب ويقطع المخروط المتوهم الخارج من الثقب بالكلية وجدنا ان بعض المبصرات المقابلة للبصر قد انحجبت بوسط جسم العود وان حاشيتى العود فيهما شفيف متدرج من حواشى الوسط الى الاطراف وان كثيرا من المبصرات من جانبي العود يدركه على حالها من الاشتباه فيتبين لنا ان تلك المبصرات لا تدرك الا باشعة منعطفة فى حواشى طبقة القرنية وناهيك بهذا الاعتبار من تنبيه على الفرض المذكور ومالم يحجب الكثيف ما بين الجفنين بالكلية فانه يبقى ما عن جوانب الكثيف مدركة *

فان قيل كيف تجويز امر الخلالة على الفرض المذكور فان الكلام منساق فيه على اصله لا يتأتى على الفرض *

قلنا يوجد بدل الاعمدة الخارجة من البصر على استقامة الاعمدة المنعطفة ثانيا فى الهواء ثم تتم البيان على ما مر لان سمت المنعطف ثانيا هو بعينه السمت الذى تردمنه الصورة القوية حسب وضع المبصر من سهم الشعاع فالسموت التى حواليه بعد الانتهاء الى الجليدية كلها كالمنعطفة على اصله فلتتلطف لذلك *

فان قيل فعلى هذا الفرض يلزم تشوه الصور لان اشكال المبصرات لا تشبه اشكال محالها من الجليدية *

قلنا مسلم ذلك لكنه لما كان ادراك الاشكال بحرر الحركة التأمل على ما تقرر والادراك الصحيح بوسط البصر فلا ضرر فيه *

ويمكن ان يقال لا حاجة الى القول بخروج الاشعة الى مقعر القرنية بل

يفرض مركز تحديب القرنية قريباً من مركز تقعيرها قرباً معتدلا وفى جهة مركز البصر ايضاً فان ذلك انسب بما يشاهد من شدة نتوء القرنية في البعض واذ ذاك فصور النقطة المبصرة ترد على اقطار التحديب الى سطح التقعير فى مخروط رأسه مركز التحديب فتحصل فى سطح التقعير متميزة اذ كل منها يقهر سائر المنعطفات الى محلها ثم يتسع هذا المخروط بعد نفوذه من تقعير القرنية فى جسم البيضية الالطف وينعطف جميع الخطوط الا الواصل بين المراكز ويتدرج الانعطاف من السهم الى الحواشى فاذا انتهى الى الجليدية جاز (١) جزأ من سطحها وترتبت فيه جميع الصور الواردة حسب سموتها المترتبة بعد الانعطاف فادركها البصر من السموت المتميزة عنده الخارجة من مركز البصر واذ ذاك فلا يعرض للصور الا انعطاف واحد ويكفى على هذا الوجه تقعير يسير قدرما يحدثه الاقلال المذكور ولا يبعد من لطف الصانع ان يكون التقعير بحيث يوجب اتساع المخروط قدر ما يجوز جميع سطح الجليدية فقط اومعظمه ليحصل لكل مبصر قدرصالح منه ولا يبقى منه شيىء عطلا وهذا الوجه يغنى ايضاً عن فرض مركز الجليدية وسموت الشعاع ثم انتقال (٢) البصر من تلك السموت فقط بل يكفى فيه مركز البصر والسموت الى الجليدية فليتأمل ذلك وتحرير امر الخلال له على هذا التقدير اظهر مما ذكر على الوجه الاول وكذا منفعة تفرطح الجليدية مما ذكر على الاصل المشهور فانها لو كانت كرية لانعطفت الصور الواردة اليها فيها انعطافا قويا لصغرها فاضمحلت وبقدر التفرطح يقل الانعطاف فالم تجعل مستوية او مقعرة فالخلق بان يكون ذلك لنفوذ المخروط المنعطف من تقعير القرنية الى سطح الجليدية المستوية قليلا الى تناسب اجزائه قبل الانعطاف وذلك

(١) ن — صار * (٢) ن — انفعال *

الانعطاف

الانعطاف اوجب اتساعاً متزايداً من الوسط الى الحواشى اذا كانت الجليدية
مستوية اوكرية محدبة وهى اغلظ من البيضية فلا بد ان ينعطف فيها المخروط
ثانيا ويتضايق على تدرج من الوسط الى الحواشى فاذا كان التضايق متكافيا
للاتساع فلا بد وان يعود المخروط عند سطح مؤخرها الى هيئة الاولى
ولا بدع من الحكمة البالغة فى الخلقة ان يكون التفرطح لاجل ذلك وبقدر
ذلك فان تقعير القرنية لما فرضت بحيث يوجب الاتساع الى معظم الجليدية
فلا يكافى ذلك التضايق والحاصل من السطح المستوى فان ذلك لا يوجب
الانخراط الى الرأس بل فى جهة القاعدة دائما والخلقة تشهد بان الانخراط
ينبغى ان يكون الى الرأس حتى يحصل عند المستدق من مؤخرها فلزم
ان تكون فيها استدارة ما هى التفرطح وهذه المسئلة انما تتبين بعد التمرن
بمسائل الخاتمة *
(فان قيل) ان صورة المبصر الذى هو من وراء الخلالة يمتنع ان ترد الى
موضع صورة الخلالة على الاستقامة لمكان حجب الخلالة على الانعطاف
ايضاً لان الصورة المنعطفة اذا كان سطح المخالف كريا محدبا لا ترد الى محل
المستقيمة الا من وراء السطح المتمم للكرة وقد تقرر ان تميز الصور المدركة
لا بد ان يكون قبل الانتهاء الى مركز الكرة فضلا عن السطح *
(قلنا) لما تقرر ان ثم قوة تحفظ الصور المتميزة على ترتيبها فى محل التميز
وليكن مقعر القرنيسة الى ان يتادى الى الحاس الآخر وان صور النقطة
المنعطفة تجتمع من جميع الاطراف الى سهم الانعطاف فلا بدع ان يتعاون
الامر ان فيقتضى حصول اكثر الصور المنعطفة عند محل المستقيمة واتحدا بها
الى محل التميز كالتعاون المقرر بين لطف الزجاجية وحفظ القوة وان يتأدى

قوة الحفظ الى القرنية واذ ذلك فتتأدى صورة ماوراء الخلالة الى موضع صورة الخلالة بالتعاون لا بالانعطاف وحده والله اعلم *

الفصل السابع

في اغلاط البصر التي تعرض من اجل الانعطاف خمسة مقاصد *

الفصل السابع

مقدمة

هذه الاغلاط شبيهة بالاغلاط العارضة من اجل الانعكاس وذلك ان المدرك بالانعطاف يكون مدركا في غير موضعه لكونه مدركا في موضع الخيال فيكون وضعه المدرك غير وضعه في نفسه والبعد غير البعد وايضا فان الانعطاف يضعف صورة ضوء المبصر ولونه ويتبين ذلك بان ينظر الناظر الى مافي الاناء والبصر مائل على الاعمدة الخارجة من المبصر الى سطح الماء ميلا يسيرا ثم يحرك بصره الى ان ينتهي الى العمود فيجده ابين مما وجده اولا بكثير ولا فرق سوى مايحدثه الانعطاف وايضافان المبصرات التي تكون في الاجسام المخالفة التي هي اغلظ من الهواء اذا انعطفت صورها الى البصر فانها تحمل معها لون الجسم الذي هي فيه واذا كان المبصر بالانعطاف مدركا في موضع الخيال وهو مدرك بالاستقامة فتعرض فيه اغلاط الاستقامة ايضاً فالمدرك بالانعطاف يعرض فيه جميع اغلاط المدرك بالاستقامة ويزيد عليه بالغلط في الوضع والبعد وضعف الضوء واللون وتكون الاغلاط العارضة من الاستقامة آكد فيه لكونه اضعف هذا من جهة نفس المبصر فاما الاغلاط الجزئية التي تعرض من جهة سطح المشف الذي ينعطف عنده فهي كثيرة الفنون الا انها قلما تعرض للبصر لان سطوح الاجسام المشفة المألوف ان ترى فيها المبصرات هي سطح السماء والماء

فاما

فاما ماوراء الزجاج والاحجار المشفة المختلفة الاشكال فقلما يتأملها وليست تجرى الاجسام المخالفة مجرى المرايا فان المرايا يتعمد الناس النظر فيها ليشاهدوا صورهم فهم يتكلفون النظر فيها دائما ويجعلون لذلك فى حيطان الدور مرايا ثابتة واذا نظر الناظر فى الاجسام الصقيلة امكنه ان يرى صورة كل مايقابلها وليس كذلك الاجسام المخالفة واذ ذاك فيجب ان يقتصر فى اغلاط الانعطاف الجزئية على مايدركه البصر دائما بلا تكلف وهو مايرى فى السماء والماء ونذكر هذا مما يرى من وراء الاحجار المشفة *

(فنقول) ان الذى يغلط فيه البصر للانعطاف بعد الوضع و البعد والضوء واللون اصناف فمنها اعظام المبصرات وذلك ان مايرى فى الماء وماشابهه فانما يراه اعظم ومايرى من الكواكب وابعادها عنها تارة يكون اعظم وتارة اصغر *

(ولنبين) هذه المعانى بالبرهان *

(ا) فليكن بصر * ا * فى الهواء وخط * ب ج * فى مشف اغلظ *

(فاقول) ان * ب ج * يرى اعظم مما هو فليكن اولا سطح المشف مستويا ولنخرج من منتصف * ب ج * وليكن * ر * عمود * ر م * على سطح المخالف وننفذه فى الهواء فبصر * ا * اما ان يكون على العمود اولا فان كان عليه فيكون خط * ب ج * مع فصل انعطافه فى سطح واحد من سطوح الانعطاف فليكن فصل انعطاف * ب ج * د ه * فصور جميع نقاط * ب ج * انما تنعطف من نقاط خط * د ه * ونخرج من نقطتى * ب ج * عمودين على سطح المخالف فيقعان على خط * د ه * وليقعا على نقطتى * د ه * فب ج * اما ان يكون موازيا لد ه * اولا فان كان فصل * ب ا * ج ا *

وليقط ـا خط * د ه * على * س ع * ولتنعطف صورة * ب * الى * ا * من نقطة * ط * فتكون بين * س د * وكذا فلننعطف صورة * ج * الى ا * من * ح * فتكون بين * ع ه * ونصل * ب ط * ط ا * ج ح * ح ا * ونخرج * ا ط * الى ان يلقى * ب د * على * ل * و * ا ح * الى ان يلقى * ج ه * على * ك * و نصل * ل ك * فلان * ر * منتصف * ب ج * و * ر ا * عمود على * ب ج * و * د ه * فمثلثا * ا م ط * ا م ح * واضلاعهما وزاويتاهما النظائر متساوية فزاويتا * د ط ل * ه ح ك * متساويتان وكذا خطا * ط د * ه ح * وزاويتا * د ه * قائمتان فخطا * د ل * ه ك * متساويان * فل ك * مواز * لب ج * و * ل ك * هو قطر خيال * ب ج * لان كل نقطة من خط * ب ج * تنعطف الى * ا * فان خيالها على خط ل ك *

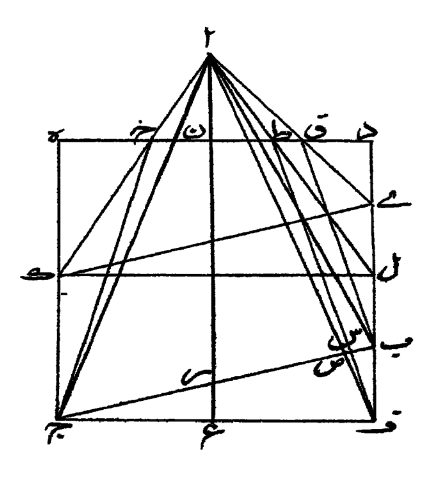
﴿ الشكل - ١٥٦ ﴾

(اقول) ينبغي ان يحمل الكلام على ان صورتها ترد قاطعة خط * ل ك * لما ذكر بعد *

(قال) وذلك لان صورة * ب * اذا كانت منعطفة من نقطة * ط * فصورة نقطة(١) بين * ب ر * وليكن * ن * ينعطف مما بين * ط م * لانها لا تنعطف من * ط * وذلك ظاهر ولا مما بين * ط د * والا لكان الخط الذي عليه تمتد صورة * ن * يقطع خط * ب ط * فتكون نقطة التقاطع قد انعطفت صورتها الى بصر * ا * من نقطتين وقد تبين في فصل الخيال ان ذلك محال وكذا سائر نقاط * ب ر * وكذلك صور نقاط * ج ر * انما تنعطف الى * ا * من نقاط فيما بين * ح م * فصورة خط * ب ج * انما تنعطف الى * ا * من خط * ط ح * فصورة * ب ج * يرى على * ل ك *

(١) كذا -

الشكل ١٥٦



(اقول) ليس يريد ان صورة * ب ج * تكون منطبقة على * ل ك * بل ان تكون مدركة من سمت * ل ك * فان الانطباق ممتنع كما سنبين فى الخاتمة ان شاء الله ولذلك قال ان * ل ك * قطر خيال * ب ج * ولم يقل خيال ب ج * فاعرفه *

(قال) و * ل ك * يرى بزاوية * ل ا ك * وهى اعظم من زاوية *ب ا ج * فيرى اعظم وايضاقد مر ان الصورة المنعطفة تكون اضعف من المستقيمة واذا ضعفت الصورة شبهها البصر بصورة المبصر الابعد لان البعد الكثير يضعف الصورة وقد يبنافي المقالة الثالثة عند الكلام على ادراك عظم المبصرات ان البصر يدرك العظم بحسب قياس مقدار زاوية الرؤية الى بعد المبصر والى وضعه عند البصر وزاوية * ك ا ل * اعظم من * ج ا ب * و وضع خط * ك ل * هو وضع خط * ج ب * و ب ج * يرى على ل ك * و يرى ابعد مما هو عليه فالبصر يدرك عظم * ب ج * بالانعطف* من قياس زاوية اعظم من زاوية * ب ا ج * الى بعد اعظم من بعد * ب ج * والى وضع مثل وضع * ب ج * فب ج * يدرك اعظم بسببين احدهما عظم زاوية الرؤية لقرب الخيال والآخر كثرة البعد لضعف الصورة *

(ثم) ليكن * ب ج * غير مواز * لد ه * وليخرج من ابعد طرفى * ب ج * عن خط * د ه * وليكن * ج * خط * ج ف * موازيا * لد ه * ونخرج ا ر * الى * ع * فتكون * ع * وسط * ج ف * وتنعطف صورة *ف* الى * ا * من * ط * وصورة * ج * من * ح * و نصل * ا ط * ا ح * ونخرجهما الى * ل ك * ونصل خطى * ل ك * ا ف * فل ك * قطر خيال ف ج * وزاوية * ك ا ل * اعظم من * ج ا ف * وخط * ط ف * يقطع

ب ج * فليقطعه على *ص* ولان *ص * ينعطف من * ط * فب * ينعطف من نقطة فيمابين * ط د * بمثل ما مر قبل وليكن * ق * و نصل * ا ق * و ننفذ ه الى * ى * ونصل * ى ك * فيكون * ى ك * قطر خيال * ب ج * و وضـع * ى ك * عنـد * ا * كو ضـع * ب ج * لا ن * ى ك * اما ان يكو ن موا زيا * لب ج * و ليس بينه وبين الموا ز ى اختلاف مؤ ثر فى وضعه عند * ا * حسا *

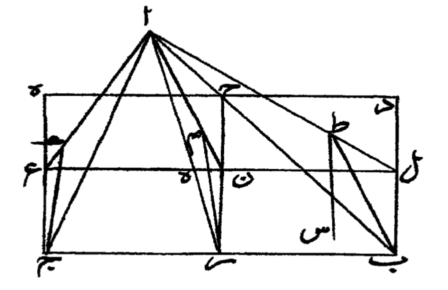
(اقول) و سنبين ان * ى ل * اصغر من * ب ف * و ان التفا وت قد يبلغ مايظهر عند الحس منها(١) فلايكون وضع * ى ك * كوضع * ب ج * عند بصر * ا *

(قال) وزاوية * ى ا ك * اعظم من زاوية * ب ا ج * و * ى ك * يدركه البصر كأنه ابعد لضعف صورته فيرى اعظم للسببين المذكورين قبل نعيد الشكل الاول وليكن بصر * ا * خارجا عن سطح * ب د * ج ه * و ننصف ب ج * على * ر * ونخرج منها عمودا على السطح وليكن * ر ح * فينصف خط * د ه * و نصل * ا ر * فاما ان يكون عمودا على * ب ج * اولا فان كان فيكون وضع * ب * و * ج * وبعدهما من بصر * ا * سوا ء ولتنعطف صورة * ب * الى نقطة * ا * من * ط * وصورة * ج * من * ك * فيكون وضع * ط * و ك * من * ا * وبعد هما سواء ونصل * ب ط * ط ا * ج ك * ك ا * فيكون السطح الذى فيه * ا ط * ط ب * قائما على سطح المخالف وعمود * ب د * فيه ايضا ﴿ الشكل - ١٥٧ ﴾ ولنخرج من نقطة * ط * عمود * ط س * على سطح المشف فيكون موازيا * لد ب وفى السطح القائم ايضا وخط * ا ط * يقطع * ط س * فيقطع * ب د * ايضا

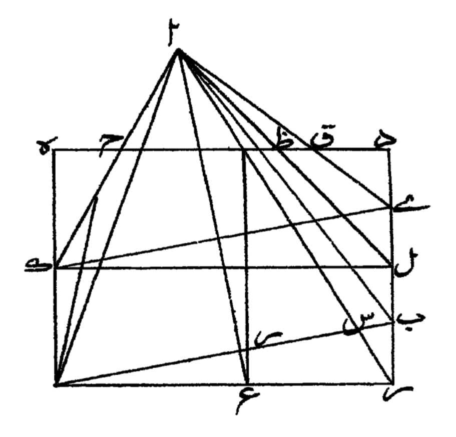
(١) كذا *

فليخرج

الشكل ١٥٧



الشكل ١٥٨



فليخرج الى ان يلقاه على * ل * وكذلك نخرج * ا ك * الى ان يلقى * ج *
على * ا * ونصل * ل ع * فيكون * ا ل * مثل * ا ع * و * ب ل *
مثل * ج ع * و يكون * ل ع * قطر خيال * ب ج * ومساويا له
ونصل * ا ب * ا ر * ا ج * ولتنعطف صورة * ر * الى بصر * ا * من نقطة
م * ونصل * ر م * م ا * ونخرج * ا م * الى * ن * فن * خيال * ر
وسطح * ا ن * قائم على سطح المشف ولان خط * ب ل د * عمود على
سطح المشف فخط * ا ل * مائل عليه ومائل على * ط س * ايضا وزاوية * س ط ل
حادة فزاوية * ا ل ب * تماميها من قائمتين منفرجة وبمثل ذلك تبين ان زاوية
ا ع ج * منفرجة فخطا * ا ب * ا ج * اطول من خطى * ا ل * ا ع *
وخطا * ا ل * ا ع * متساويان وكذلك * ا ب * ا ج * وكذلك * ل ع *
ب ج * فزاوية * ل ا ع * اعظم من زاوية * ب ا ج * ووضع * ل ع *
عند * ا * كوضع * ب ج * لان * ل ع * مواز * لب ج * و * ب ج
عمود على سطح * ا ن ر * ومنتصفة عند * ه * فتكون * ل ع * ايضا كذلك
و * ن * منتصفة فتكون * ا ن * عمودا على * ل ع * كما كان * ا ر * على
ب ج * واذا كانت زاوية * ل ا ع * اعظم من * ب ا ج * ووضع * ل ع
عند * ا * وضع * ب ج * و * ل ع * ابعد رؤية من * ب ج * فيرى
اعظم

﴿ الشكل - ١٥٨ ﴾

ولنعد الصورة و ليكن * ب ج * غير مواز * لد ه * ونخرج * ج ف *
موازيا * لد ه * ونصل * ا ف * (١) وتتمم الشكل السابق ولتنعطف صورة
ب * الى * ا * من نقطة * ق * ونصل * ا ق * و ننفذه الى * س * فيكون
خط * س * اعنى خيال * ب * ارفع من نقطة * ل * لان نقطة * ب * من

---

(١) اب *

وراء خط * ف ا * فا س* من وراء * ا ل * ونصل * س ع * فهو قطر خيال* ب ج * ويكون* س ع * اعظم من* ل ع* و* ا س* اصغر من ا ل* وخطا* ا س* ا ع * هما في سطحي* ا س ف * ا ع ج * المتقاطعين على الفصل المار بنقطة * ا * والعمود الخارجان فيهما من نقطة * ا * على الفصل ارفع من خطي * ا س * ا ع *فخطا * ا س * ا ع *يحيطان بزاوية فزاوية * س ا ع * اعظم من زاوية * ب ا ج *

(اقول) ليس هذا الاستلزام كليا وذلك انما يكون عند توازي* س ع * ب ج * يكون * س ع * حينئذ مثل * ب ج * و* س ا * اصغر من ب ا * و * ع ا * اصغر من * ج ا * فاذا توهمنا ان نقطة * ا * من مثلثي س ا ع * ب ا ج * ثابتة وهما منعطفان بحيث ينطبق* ا س * على * ا ب فا ع * اما ان ينطبق على* ا ج * او يقع داخلا او خارجا على الاولين يكون ب ج * اعظم من * س ع * وهو محال وعلى الثالث تكون زاوية س ا ع * اعظم من * ب ا ج * فان لم يكن * س ع * موازيا * لب ج فلا يلزم ذلك مطردا *

(قال) وبعد * ا س ع* ب ج* عن بصر* ا *ليس بينهما اختلاف مؤثر و س ع * اما ان يوازي * ب ج * اذ ليس بينه و بين الموازي اختلاف مؤثر في وضعه عند بصر * ا *

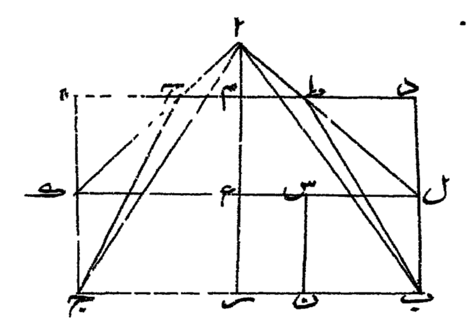
(اقول) و هذا ايضا ليس كليا *

(قال) فزاوية * س ا ع* اعظم من* ب ا ج * ووضع * س ع* عند بصر ا * شبيه بوضع * ب ج * و ليس بين بعدي * س ع * ب ج * عن بصر ا * اختلاف مؤثر في العظم * فس ع * يرى اعظم من * ب ج * و نعيد

---

(١) ا ب *

الشكل ١٥٩



الشكل الاول وليكن عمود * ا ر * ويقطع * ل ك * على * ع * فتكون
ل ع * نصف * ل ك * و * ر * يرى على * ع * ﴿ الشكل ـ ١٥٩ ﴾
(قال) * فب ر * يرى على * ل ع * فب ر * يرى اعظم مما هو عليه
وكذلك يلزم فى الاشكال الثلثة التى بعد الاول اعنى الثانى والثالث والرابع
ان البصر يدرك انصاف المبصرات التى فيها اعظم مما هى عليه والبصر على
العمود الخارج من طرف النصف او على سطح الانعطاف المار بطرف
النصف لان نقطة وسط الخيال هى على العمود الخارج من وسط المبصر
كان المبصر موازيا لسطح المشف اوغير مواز *
(اقول) ويبين على ذلك كون خيال الانصاف والاجزاء اقرب الى مواجهة
البصر على ما سنبين فى الخاتمة *
(قال) وايضا فان خط * ب ن * هو بعض * ب ر * و نخرج عمود * ن
س * فخيال * ن * يكون على * ن س * فليكن * ذلك * س * فنقطة
س * اما على * ل ع * او قريبة منه فخط * ل س * اما مسا و لخط * ب
ن * او قريب منه *
(اقول) وسنبين معنى هذا القرب فى الخاتمة ان شاء الله تعالى *
(قال) و * ب ج * قد تبين انه يرى اعظم بالانعطاف وان علة ذلك هو
الانعطاف وانعطافات الصور البعيدة عن العمود الواقع من مركز البصر على
سطح المشف اعظم من انعطافات الصور القريبة فانعطافات صورة * ب
ن * الى * ا * اعظم من انعطاف صورة * ن ر * فالعلة الموجبة لعظم
صورة * ب ر * توجب لخط * ب ن * من العظم اكثر(١) نسبة اليه مما توجبه
لجميع خط * ب ر * الى * ب ر *

---

(١) ن – اكبر *

(اقول) وسنبين الحال ان شاء الله تعالى *

(قال) نخط * ل س * اعني خيال * ب ن * يدرك اعظم من * ب ن *
وايضا فان لم يدرك * ب ن * اعظم لم يدرك * ن ر * ايضا اعظم لان
انعطاف الاجزاء القريبة من * ر * اقل فلم يدرك جميع * ب ز * اعظم
وبصر * ا * خارج عن جميع الاعمدة الخارجة من * ب ن * الى سطح
المخالف وهذا المعنى بعينه ايضاً يلزم في الاشكال الثلثة التي بعد الاول

﴿ الشكل - ١٦٠ ﴾

حاصل الاشكال

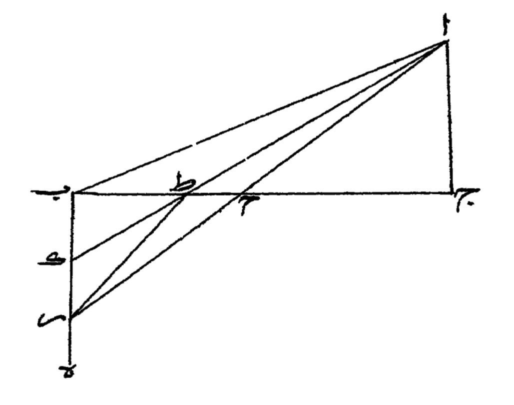
فالمبصر من وراء جسم اغلظ مستوى السطح يدركه البصر اعظم كان البصر
على بعض الاعمدة الخارجة من المبصر الى سطح المخالف او لا وكان قطر
المبصر موازياً للسطح المخالف اولا وذلك ما اردناه *

(اقول) في العموم نظر فقد يدرك بعض الابعاد في الاجسام الغليظة اصغر
مما هو عليه ولبيان ذلك البصر * ا * و * ج ب * فصل انعطاف
على جسم مخالف ونخرج من * ب * عمود * ب ه * في المخالف على
سطحه المستوى *

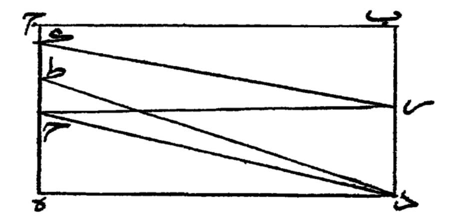
(فاقول) ان كل جزء من اجزاء * ب ه * اذا ادرك بالانعطاف فانه يرى
اصغر مما هو عليه والاجزاء المتساوية ما كان منها اقرب من * ب * فانه يرى
اصغر مما كان ابعد وذلك لانا نفرض على * ب ه * نقطة * ر * كيف اتفق
ونصل * ا ر * وليقطع * ج ب * على * ح * ولينعطف * ر * الى * ا *
من * ط * فط * فيما بين * ح ب * ونصل * ا ب * ا ط * ط ر * ونخرج
ا ط * الى ان يلقى * ب ه * على * ك * فك * خيال * ر * فلان نقطة

* ر *

الشكل ١٦٠



الشكل ع١٦١



ر * يدركها البصر على استقامة من سمت * ا ب * و * ر * يدركها
من سمت * ا ط * وزاوية * ط ا ب * اصغر من * ر ا ب * فخط * ر ب *
يرى اصغر مما هو عليه وعلة ذلك هو ارتفاع * ر * عن موضعه الى جهة
ب * وهي موجودة في جميع نقاط * ب ه * فجميع اجزاء * ب ه * التي
اطرافها * ب * تدرك اصغر فجميع اجزاء * ب ه * الاخر تدرك ايضا
اصغر لان الانعطاف ان لم يؤثر في جزء منها فلا يؤثر في شيء من الاجزاء
ولا في الكل فلا يدرك * ب ر * اصغر ولما كانت انعطافات صور الاجزاء
القريبة من * ب * اكثر من انعطافات صور البعيدة لكون انعطافات
القريبة ابعد عن العمود الواقع من مركز البصر على سطح المخالف فتأثير
الانعطاف في القريبة اشد فيكون تصاغرها بسبب الانعطاف اشد من تصاغر
البعيدة * ﴿ الشكل - ١٦١ ﴾

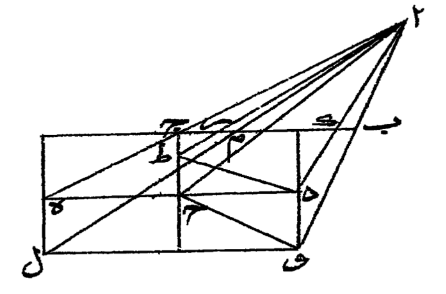
اعتبار

ويمكن اعتبار ذلك محررا بان يعتمد المعتبر الآلة الموصوفة لاعتبار الانعطاف
ويركب على محيط ظهر الآلة حلقة كحجرة الاسطرلاب سمكها مثل
سمك المسطرة التي على ظهرها وعرضها نحو اصبع بحيث اذا الصقت بظهر
الصحيفة استوى سطحها مع سطح المسطرة ولا يخفى انه ينبغي ان يقطع
قطعتين ويحذف منها ماسد مكانه طرفا المسطرة والفضلتان ثم يرسم على
محيط وجه الحلقة دائرة مركزها يحاذي مركز ظهر الآلة ويقسمها ثلاث
مائة وستين جزأ فادق منها ان امكن ثم يركب على المسطرة عضادة كعضادة
الاسطرلاب ويداخل الشخص الاسطواني في ثقب وسطها كالقطب
ويستوثق منها بالشظية النحاسية ويركب احدى الهدفتين على طرف

المضادة والاخرى قريباً من القطب جدا مما يلى المدفة الاولى وليكن وضع المدفتين على ماهو المعهود فى الاسطرلاب من القيام على سطح المضادة ويوازيها ويقابل الثقبين ويجعل ثقبيها كالثقبين اللذين فيما يلى وجه الآلة قدر او ارتفاعاً عن وجه المضادة ثم ليرسم خطا مستقيما بينا فى سطح باطن الاناء الاسطوانى بحديدة ويملأ بشىء من الشمع الملون بلون مشرق كالحمرة ويفصل منه ثلاثة خطوط متساوية متوالية من عند الدائرة التى رسمت لانتهاء سطح الماء عندها وكلما كانت الخطوط اعظم كان الاعتبار ابين فيحدث على الخط اربع نقاط ثم يتخذ اربع قطع من الاسفيداج المعجون بشىء من اللك اوالشمع الابيض فيجعلها كرات كالحمصة ويلصق كلامنها بنقطة ثم يضع الاناء فى موضع تشرق الشمس على الخط المرسوم والكرات ويضع الآلة عليه وضعها المذكور ويدير المضادة وينظر من ثقبتيها الى داخل الاناء ويدير الآلة الى ان يدرك شيئا من الخط المرسوم من الثقبتين فعند ذلك يحفظ وضع الآلة ثم يدير المضادة الى ان يدرك الكرة الاولى اى العليا من الثقبتين ويعلم عند شظية المضادة على الجزء الذي وافقه من اجزاء الحجرة ثم يدير المضادة برفق الى ان يدرك الثانية ويعلم ايضا عند طرف الشظية وكذلك يدير المضادة الى الثالثة والرابعة ويعلم العلامة فيحفظ ما بين كل علامتين من اجزاء الحجرة وتكون المحفوظات (١) مقادير خطوط المفصولة عند ادراكها على الاستقامة ثم يسكب فى الاناء من الماء الصافى الى ان يغطى سطحه الكرة الاولى فيدير المضادة بعد سكون الماء الى ان يدرك الكرة الاولى من الثقبين ويعلم عند الشظية وكذا يديرها حتى يدرك الثانية والثالثة والرابعة ويعلم عند مواضع الشظية فيحصل مقادير الخطوط المفصولة

(١) ن — المخروطات ☆

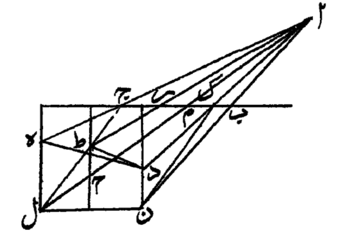
الشكل ١٦٢



الشكل ب ١٦٢

هذه صورة الشكل في النسخة الليدنية ولكن صحّحنا صورة الشكل في الأصل

كما تبيّن من عبارات المؤلف - ك



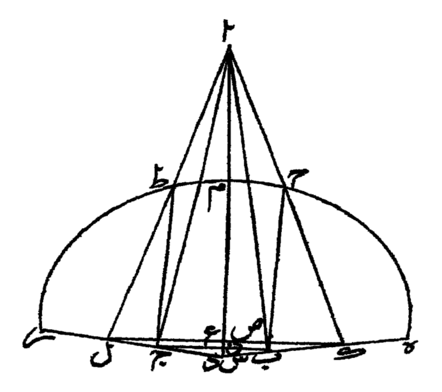
عند ادراكها بالانعطاف ثم يقايس بين المقادير الثانية والاولى فيجد كلا
من الثانية اصغر من نظيره من الاولى الا ان نسبة نقصان القدر الاول
اليه اعظم من نسبة نقصان الثانى اليه وهذه النسبة اعظم من نسبة نقصان
الثالث اليه فيتحقق عند ذلك عيانا ان اجزاء الخط العمود على سطح
المخالف الاغلظ تدرك دائما اصغر ويكون تصاغر الاجزاء القريبة اشد
من تصاغر البعيدة *

(وجه آخر) نفرض فى المخالف عمودى * ب د * ج ه * على فصل انعطاف
ب ج * ونصل * د ه * موازيا * لب ج * وليكن البصر من وراء
العمودين فى جهة * ب * وليكن * ر * خيال * د * و * ح * خيال * ه *
ونصل * ر ح * فرح * اعظم من * د ه * لكون * ح ه * اعظم من
ر د * كما مر ونفصل من * ح ه * ج ط * مثل * ر ذ * ونصل * د ط *
وليكن خيال * ط ك * ونصل * ر ك * فهو خيال * د ط * ولان
ط ك * اصغر من * ر د * وموازله * فر ك * اصغر من * د ط * فارتفاع
خيال * ه * عن موضع * ه * اعظم من ارتفاع خيال * ط * عن موضع
ط * وبمثل ذلك تبين ان ارتفاع خيال كل نقطة هى اقرب الى
سطح المخالف اقل من ارتفاع خيال النقطة الابعد فارتفاعات نقاط * ه ج *
تتناقص الى غير نهاية وفيها اقل مقدار يحس به ﴿الشكل - ١٦٢﴾
ثم ان ارتفاع كل نقطة من عمود * ج ه * اعظم من ارتفاع نظيرتها من عمود
ب د * واعنى بالنظيرة ما تكون معها على موازاة سطح المخالف كما سنبين
فى الخاتمة فارتفاعات النقط التى تكون على * ج ه * تختلف فبعضها اعظم
من * ز د * وهى التى تلى * ه * وبعضها اصغر وهى التى تلى * ج * وارتفاع

نقطة واحدة منها فقط مثل * ز د * ولتكن تلك * ح * ونصل * د ح *
فخيال * د ه * اعظم وخيال * د ح * مثله وخيال * د ط * اصغر *
(طريقة اخرى) نفرض * ن ك * خطا مواز بالسطح المخالف فى سطح
انعطاف واحد وليكن بصر * ا * خارجا عن جميع الاعمدة الخارجة من
ن ل * الى السطح و نصل * ا ن * ا ل * و ليقطعا السطح على * ب م *
ونخرج من * ن ل * عمودين على السطح وليكن انعطافا * ن ل * الى * ا *
من نقطتى * ك ج * و خيال * ن ل * نقطتى * د ه * ونصل * ا ك * د ا *
ج ه * د ه * فزاوية * د ا ه * اعظم من * ن ا ل * كما تقرر و اذا القيت
زاوية * د ا ل * المشتركة بقيت زاوية * ل ا ه * اعظم من * ن ا د * فنفصل
منها زاوية * ل ا ز * مثل * ن ا د * ويبين ان صور جميع نقاط * م * تنعطف
الى * ا * من نقاط * م ج * فلتكن التى تنعطف من * ز * صورة * ح *
ونخرج من * ح * عمودا على السطح ونخرج * ا ر * الى ان يلقاه على * ط *
ونصل * ن ح * وهو يدرك بزاوية * د ا ط * حالة الانعطاف وبزاوية
ن ا ح * على الاستقامة وهما متساويتان لتساوى زاويتى * ح ا ط * ن ا د *
واشتراك * د ا ح * فن ح * يدرك على عظمه وان فصلنا زاوية * ل ا ر *
اصغر من * ن ا د * كان * د ط * مدركا بزاوية اصغر من * ن ا خ *
فيدرك * ن ح * اصغر ﴿الشكل - ١٦٣﴾ واذا تأملت ماذكرنا
علمت ان المخالف اذا كان الطف كان المرئى من اجزاء العمود ابدا اعظم
والاجزاء المتساوية ما كان منها اقرب الى السطح كان اعظم مما هو ابعد فلتتنبه
له وانت اذا سويت سطح كفك وصففت الاصابع الاربع متضامة وجعلت
الكف حذاء بصرك وانغمست فى ماء الى ان تدنو بصرك من سطح الماء فان الحال

اذ

الشكل ع١٦٣



اذ ذاك ابين وغمست الكف ايضاً فى الماء الى ان يستر الماء سطح سبابتك و تغيبت فيه قليلا ثم نظرت و تاملت الاصابع و جدتها كانها استدقت وانتقص عروضها قصانا فاحشا دون الاطوال فانها لايحس بتفاوتها لما سنذكر من بعدان امثال تلك الابعاد وان كانت اعظم فقدلايحس بعظمها لقلة التفاوت و يدرك هذا التفاوت على مراتب لانه فيما قرب من سطح الماء اكثر منه فيما بعد فالتفاوت فى السبابة ابين منه فى الوسطى وعلى هذا واذا فاذا فرض دائرة فى الماء قائمة على سطحه وعلى سطح انعطف مركزها ويكون البصر خارجا من سطحها فان قطرها القائم يرى اصغر والقطر القائم على القائم يرى اعظم وسائر الاقطار ما كان منها اقرب الى الاول يرى اصغر مما يكون ابعد الى ان ينتهى الى المساوى ثم يصير اعظم الى غاية ما وانصاف الاقطار التى تلى فوق ترى اصغر من الانصاف المقابلة لها وترى الدائرة كبيضي مركب من قوسين من دائرتين فالتى تلى سطح الماء تكون من دائرة كبرى والاخرى من صغرى وهذا مما يشاهد عيانا بحيث لايرتاب فيه احد اذا اعتبر بالدرهم وما يشبه هذا *

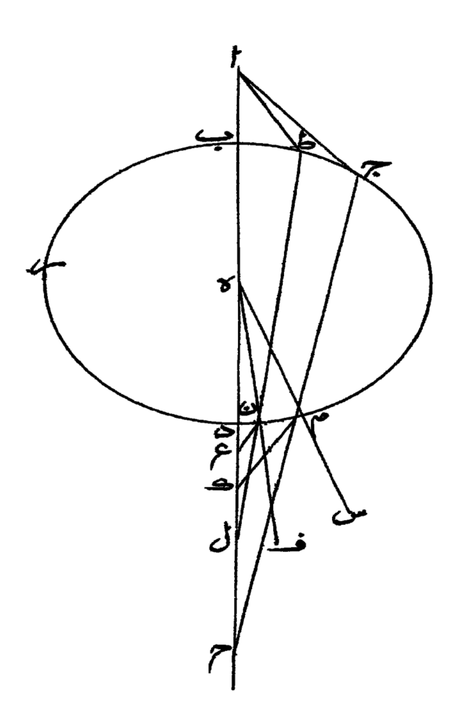
وليس ماذكرنا مما يجوزان يذهب على مثل هذا الفاضل بل هولاء الجم لكنهم انما شغلوا عنه بما هواهم فان رأى الافاضل ان يلحقوا هذا النظر باستدراكه رحمه الله كلام المتقدمين ان اقطار الخيالات فى المرايا الكرية المحدبة اصغر من المبصرات انفسها ويتنبه ان الخيالات قد تساويها وقد تكون اعظم فالامر اليهم الا ان الثناء عليه عائد اليه لان حسن نظامه مستفاد من كلامه ونعود الى الكتاب *

(قال) وايضا فليكن السطح كريا محدبه يلى البصر والمخالف اغلظ والبصر

ا * والمبصر * ب ج * و * ن * منتصفه * ومركز الكرة * د * وليكن من
وراء * ب ج * ونصل * د ب * د ن * د ج * وننفذها الى سطح الكرة
منتهية الى * ه م ر * ونخرج * د م * على استقامة وليكن بصر * ا * على هذا
الخط وليكن * ب د * اولا مثل * ج د * فان * يكون عمودا على * ب ج
فوضع * ب * من * ا * مثل وضع * ج * منه ونخرج سطح خطى * د ه * د ر
ولتحدث منه فى الكرة قوس * ه م ر * من دائرة عظيمة وتمر * با * ضرورة
ويكون سطح انطماف * ب ج * ولتنعطف صورة * ب * الى * ا * من
نقطة * ح * من القوس المذكورة وصورة * ج * من نقطة * ط * فيكون
بعد * ح * ووضعها من * ا * مثل بعد * ط * ووضعها ونصل * ب ح ح ا
ج ط ط ا * ونخرج * ا ح * الى * ك * و * ا ط * الى * ل * ونصل
ك ل * فيكون * ا ك * مثل * ا ل * ويكون * ك ل * قطر خيال * ب ج
موازيا له واعظم منه ونصل * ا ب ا ج * فتكون زاوية * ك ا ل * اعظم
من * ب ا ج * فيكون وضع * ك ل * شبيها بوضع * ب ج * ولا يكون
بين بعدى * ب ج * د ل * عن بصر * ا * اختلاف مؤثر فى عظم
ب ج * كما تبين فيما مضى * فك ل * يرى اعظم من * ب ج * بسببين
وذلك هو المراد ﴿ الشكل - ١٦٤ ﴾ فان كان * ب د * غير مساو
لج د * فيتبين ببيان الشكل الثانى ان * ك ل * يرى اعظم من * ب ج
وان كان البصر خارجا عن سطح * ه د ر * وكان خطا * د ب * د ج
متساوين اولا فيتبين الحكم ببيان الشكل الثالث والرابع ثم ليكن فى هذا
الشكل المرسوم خط * ر م * قاطعا * لك ل * على * ع * فيكون * ك ع
خيال * ب ن * وتكون زاوية * ك ا ع * اعظم من زاوية * ب ا ن * لخط

ك

الشكل ١٦٤



لـ ع * يرى للسببين اعظم من خط * ب ن * حالة كون البصر على العمود الخارج من طرف * ب ن * على سطح المشف وليكن * ب س * جزءا من ب ن * وليكن * ك ص * خياله فيتبين ببيان الشكل الخامس ان * ك ص يرى اعظم من * ب س * حالة كون البصر خارجا عن جميع الاعمدة الخارجة من خط * ب س * على سطح المشف و الخارج من * ا * الى وسط ب س * ليس عمودا عليه *

(اقول) الحكم ليس على عمومه وقد ذهب عليه ههنا احكام سنفصلها في الخاتمة ان شاء الله تعالى *

(قال) واذا كان خطا * ب ج * ك ل * مائلين على السطح المار بخط * م د * فيكون * ك ع * خيال * ب ن * و * ع ل * خيال * ن ج * وتكون الزاوية التي يوترها * ك ع * عند مركز البصر اعظم من التي يوترها * ب ن * وكذلك التي يوترها * ع ل * اعظم من التي يوترها * ن ج * و ك ع * يرى اعظم من * ب ن * وكذلك * ك ص * يرى اعظم من * ب س * والبيان كما مر في الشكل الخامس *

(اقول) وفيه مثل ما في كلامه السابق *

(قال) و هاهنا زيادة على ما تقدم وهو ان * ك ل * اعظم في الحقيقة من ب ج * و * ك ع * من * ب ن * بخلاف ما اذا كان سطح المشف مستويا و هذا المعنى يعرض فيما يرى في الماء فان سطح الماء كرى محدبه يلي البصر ومركزه من وراء المبصرات التي فيه الا ان الماء اذا كان صافيا وسمكه قليلا فقد يشتبه على البصر كون المبصر الذي فيه اعظم لان التفاوت يكون يسيرا فاذا اراد المعتبر ان يعتبر ذلك فيتخذ جسما اسطوانيا نقي البياض

امامستديرا اومتوازى السطوح وليداخل بعضه فى الماء ويجعل الاسطوانة قائمة على سطح الماء ثم ينظر الى الجزء الداخل فانه يحس ان الجزء الداخل اغلظ من الخارج فان كان المخالف كريا محدبه يلى البصر واغلظ من الهواء والمبصر من وراء مركز الكرة فالاولى ان لا يشتغل بذكر اغلاط ذلك المبصر اذ ليس فى المبصرات المألوفة مثل ذلك لان المخالف حينئذ اما ان يكون من الزجاج اومن الاحجار المشفة ويكون مصمتا والمبصر فى داخله او يكون قطعة اعظم من نصف الكرة والمبصر ملتصقا بقاعدته وهذان الوضعان قلما يتفق *

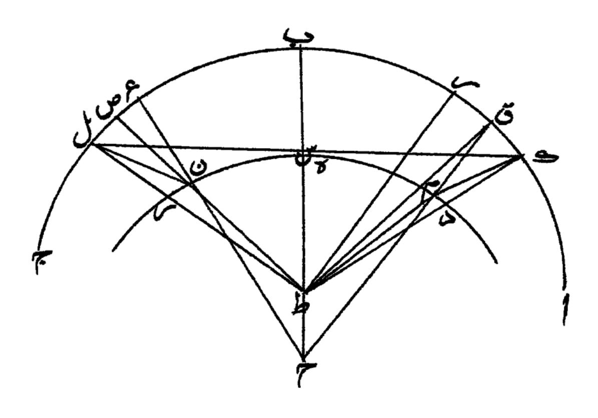
(اقول) اما الثانى فربما يتفق وسنذكر احكامه فى الخاتمة ان شاء الله تعالى *

(قال) لكنه قد يبصر المألوف من وراء جسم مخالف كرى اغلظ من الهواء محدبه يلى البصر ويكون المبصر ايضاً فى الهواء واوضاع امثال هذا المبصر كثيرة الفنون الا ان البصر قلما يدركها واذا ادركها فقلما يتأملها ويميز اختلاف صورها فليس فى ذكر جميع صورها كثير حظ لكنا نقتصر على وضع واحد بين اوضاعها وهو ان يكون البصر والمبصر على قطر واحد من اقطار الكرة بعد اخراجه فى الجهتين *

المقصد الثانى

(ب) فليكن الجسم الكرى الذى محدبه يلى البصر هو الذى عليه عظيمة * ب ج د ر * وليكن مركزها * ه * والبصر * ا * ونصل * ا ه * ونخرجه الى غير نهاية ولنقطع الدائرة على * ب د * ولنفرض خارج الدائرة على خط * ا ه * نقطة * ح * وقد تبين فى الشكل التاسع من فصل الخيال ان خط * د ح * عليه نقط كثيرة تنعطف صور جميعها الى بصر * ا * من محيط الدائرة اذا كان المخالف غير منقطع فى جهة * د * فليكن خط

الشكل ١٦٥



حل * ينعطف (١) الى * ا * على التقدير المذكور بحيث ينعطف * ح *
من * ج * و * ل * من * ط * ونصل * ح ج * ج ا * ل ط * ط ا * و ليقطع
ح ج * ج ا * المحيط مما يلي * ح * على * م * و * ل ط * على * ن * ونصل
ه م * مخرجا الى * س * و * ه ن * الى * ف * ولان خط * ا ج * ينعطف
على * ج م * و * ا ط * على * ن * فاذا كان الجسم منتهيا عند سطحه الكرى
فان الصورة الممتدة على * ا ج * اذا انعطفت على * ج (٢) * وانتهت الى
م * لم تمتد على * م ح * مستقيمة بل تنعطف عنه الى ضد جهة * م س *
على مثل * م ك * وكذلك تنعطف الصورة الممتدة على * ا ط * ثم المنعطفة على
ط ن * على مثل * ن ع * فيلزم ان تمتد صورة * ك * على * ك م * ثم تنعطف
على * م ج * ثم تنعطف ثانيا على * ج ا * وتمتد صورة * ع * على * ع ن *
وتنعطف على * ن ط * ثم تنعطف ثانيا على * ط ا * فصورة خط * ك ع *
تنعطف عن قوس * ن م * الى قوس * ج ط * ثم عنها الى نقطة * ا *
واذا اثبتنا خط * ا ك * وادرنا شكل * ا ج م ك * عليه حدث من دوران
قوس * ج ط * شكل مستدير كالحلقة تنعطف صورة * ك ع * من
جميع جوانبه الى بصر * ا * و يكون خيال خط * ك ع * هو مركز
البصر فتكون صورة * ك ع * اعظم منه وشكلها مخالفا لشكل * ك ع *

﴿ الشكل - ١٦٥ ﴾

(اقول) في صورة الشكل نظر وذلك ان نقطة * ح * التي هي ابعد عن
د * من نقطة * ل * انما تنعطف صورتها الى بصر * ا * من نقطة اقرب
الى * ب * من نقطة انعطاف * ل * فينبغي ان يوصل بين * ح ط *
و بين * ل ج * وكذلك خط * ط ن * اذا انعطف الى خارج الكرة

---

(١) ن - تنعطف صورته * (٢) ن - على * ج م *

فاما يلاقى * دح * على نقطة ابعد عن * د * من النقطة التى عليها يلاقى ج م * بعد الانعطاف * دح * فينبغى أن يوصل بين * م ع * و بين * ن ك * و هذا المعنى يتبين عند البحث عن الكرة المحرفة *
(قال) واذا اريد اعتبار هذا المعنى فليتخذ كرة من البلور وما شابهه وليعتمد جزءا من الشمع اسود اللون فى قدر الحمصة وليجعل كرى الشكل ثم يغرز على رأس ابرة ثم يجعل الكرة المشفة مقابلة لاحدى العينين و يغمض الاخرى و يرفع الابرة الى ان تصير الشمعة و مركز الكرة والبصر على خط واحد ثم يتأمل فانه يرى فى سطحها سواد امستديرا كالحلقة فان لم ير فيقدم الشمعة ويؤخر الى ان يرى فان كانت دائرة * ب ج د ر * فى جسم اسطوانى بدل الكرى فان صورة * ك ع * ترى عند قوس * ج ط * وعلى القوس المساوية النظيرة لها من قوس * ب د * لكن الصورة لا تكون مستديرة لان شكل اج م ك * اذا دار حول خط * اك * لم تمر قوس * ج ط * بجميع سطح الاسطوانة لكن ربما انعطفت الصورة من بعض قطوع الاسطوانة الا انها لا تتصل على الاستدارة لان السطح الذى يخرج من * اك * ويمر بسهم الاسطوانة يحدث فى سطح الاسطوانة الذى يلى البصر خطا مستقيما يمر بنقطة * ب * ولا تنعطف صورة * ك ع * من ذلك الخط لكون * ك د ب * عمودا على ذلك الخط فلا تكون الصورة مستديرة بل صورتين منفصلتين فيرى * ك ع * اثنين وكل واحد منهما اعظم من * ك ع *
(اقول) زيادة العظم فى الطول دائما ممنوع فاما فى العرض فلم اذا كان ك ع * ذا عرض يتبين ذلك من امر الكرة المحرفة *
(قال) و تكون كل من الصورتين مخالفة لصورة * ك ع * ومع ذلك

تخيال الصور نين هومركز البصر وليس فى المبصرات مايدركه البصر من
وراء مخالف كري اغلظ من الهواء مقعره يلى البصر لان ذلك انما تكونه
قطعة كرة جوفاء و يكون المبصر داخل القطعة اوملتصقا بسطحها الآخر
وهذان الوضعان لا يوجدان الا فذآ نادرا فلا وجه للاشتغال بها *

مقدمة

و ايضا فانه ليس فى الوجود جسم مخالف الطف من الهواء يكون سطحه
الذى يلى البصر مستويا ولا محدبا بل ولا جسم الطف من ورائه مبصرات
يدركها البصر غير السماء والنار ليست تنفصل عن الهواء بسطح فاصل بينهما
وانما الهواء كلما قرب من السماء لطف الى ان يصير نارا فلطافته انما هى على
تدريج من غلظ الى لطافة لا من فصل محدود فصور الكواكب اذا امتدت
الى البصر ليست تنعطف عند مقعر كرة النار اذ ليس هناك سطح مقعر
محدود فبقى ان تنعطف عند مقعر السماء لا غير ثم تمتد منه فى الهواء والنار على
استقامة الى البصر *

(اقول) اما عدم انفصال النار عن الهواء بسطح فاصل فغير معلوم والتدريج
المذكور ممنوع لانه يستلزم كون النار هواء حارا و ليس ذلك بالمذهب
المنصور وان سلم فعلى ما ذكره من لمية الانعطاف يلزم ان يكون الضوء كلما
صادف فى امتداده جسما اغلظ اوالطف مال عن استقامته الى جهة العمود
او الى خلافه فان كان الاختلاف دفعيا كان الميل دفعيا محدثا للزاوية وان
كان على تدريج فالميل يكون كذلك فيلزم ان لا تمتد صور الكواكب بعد
مجاوزتها مقعر السماء فى جسم النار والهواء على سموت مستقيمة بل على
سموت منحنية كالقسى من الدوائر العظيمة جدا وكلما زاد الاختلاف زاد

الانحناء للذى يكون مقتضاه *

(قال) ومركز تقعير السماء هو مركز الارض *

(فاقول - ج) ان الكواكب يدركها البصر فى اكثر الاحوال فى غير مواضعها *

(د) ويدرك اعظامها على خلاف ماهى عليه *

(ه) ويدرك الاعظام فى المواضع المختلفة من السماء مختلفة اما رؤيتها فى غير موضعها فمن اجل وضع الاشعة المنعطفة كما ذكرناه من قبل واما مقاديرها فلانها فى غاية البعد عن البصر فتدرك اصغر من مقاديرها الحقيقية كما بيناه فى المقالة الثالثة *

(اقول) بيانه المذكور مقصور على الرؤية من طريق الاستقامة فلا يطرد فى الانعطاف وسنبين فى الخاتمة ان شاء الله تعالى ان الامر قد يكون بخلاف ذلك الا ان يحمل كلامه على ان خيالاتها فى غاية البعد فيكون الامر كذلك *

(قال) واما اختلاف مقاديرها فى المواضع المختلفة من السماء فمن اجل الانعطاف والآن نبين ذلك *

(فنقول) ان الابصار تدرك مقدار الكوكب من جميع مواضعه التى ينتقل فيها اصغر من مقداره الذى يوجبه بعده لو رؤى على استقامة ولم يعرض بينه وبين البصر جسم مخالف غليظ كالسحاب والبخار *

(اقول) و يتبين الامر فى الخاتمة ان شاء الله تعالى *

(قال) وان الكوكب اذا كان عند سمت الرأس فان مقداره يظهر اصغر مما يظهر من جميع نواحى السماء وكلما كان ابعد عن سمت الرأس كان مقداره

المدرك

الفصل الثالث

الفصل الرابع

الفصل الخامس

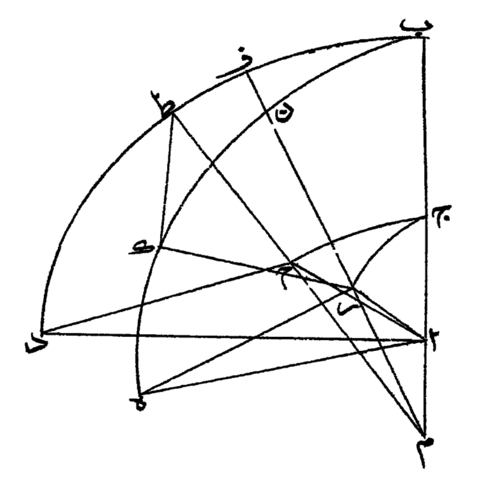
المدرك اعظم واعظم ما يدرك الكوكب اذا كان عند الافق *
(اقول) هذا المعنى ليس من اجل الانعطاف كما سنبين *
(قال) واذا عرض فى الهواء بخار غليظ وادرك البصر كوكبا من وراء ذلك البخار فانه يدرك الكوكب اعظم مما كان يدركه فى ذلك الهواء ولم يعرض ذلك البخار وكثيرا مايعرض البخار الغليظ فى الآفاق فمقادير الكوكب فى الآفاق فى اكثر الاوقات ترى اعظم من مقاديرها اذاكانت فى وسط السماء اوقريبة من الوسط وهذا المعنى يظهر فى الابعاد التى بين الكواكب ابين لان هذه الابعاد اعظم من اقطار الكواكب بكثيرفا لتفاوت فيها اكثر من التفاوت فى اقطار الكواكب فاختلاف مقدار بعدما بين الكوكبين بين كونهما فى الافق وكونهما فى وسط السماء اختلاف متفاوت ظاهر للحس وخاصة للابعاد المعترضة وخاصة اذا كان فى الافق بخارغليظ فنبين الآن علة اختلاف مقادير الكواكب والابعاد التى بينها فلتكن دائرة ا ب ج * نصف النهار و الفصل المشترك بينها و بين سطح مقعر الفلك د ه ر * ومركز العالم * ح * والبصر * ط * و نصل * ح ط * و نخرجه ملاقيالدائرتى * ك ه ر * ا ب ج * على * ه ب * فنقطة * ب * هى سمت الرأس * لط * وليكن خط * ك ل * قطر كوكب او بعداً بين كوكبين ولنمر * ط ب * بوسطه على * ن س * فقوس * ك ب * مثل * ب ل * ونصل * ط ك * طل * وليقطعا الدائرة التى عند المقعر على * د ر * فط(١) ل * و* ك ل * انما يرى بالاستقامة بزاوية * ك ط ل * ولتنعطف صورة ك * الى* ط *من نقطة * م *و* ل * من نقطة *ن * ونصل* ح م *ح ن و ننفذهما الى * ف ع * ونصل * ك م * م ط * ل ن * ن ط * و نخرج

(١) ن — و ك ل * فك ل *

ط م * ط ن * الى * ق ص * فلان جسم السماء الطف و * م ح * عمود على السطح فيكون انعطاف * م ك * الى جهة العمود فتكون * م * ما بين د ه * وكذلك * ن * بين * ه ر * فتكون زاوية * ق ط ص * اعني التي بها يرى خط * ك ل * بالانعطاف اصغر من * ك ط ل * التي بها يرى بالاستقامة ولان بعد * ك ل * عن البصر بعد متفاوت فليس يتحقق البصر مقداره فيحدس على بعده ولا فرق بين حدسه مدركا بالانعطاف او الاستقامة لانه عند ادراكه بالانعطاف يظنه بالاستقامة فيدرك خط * ك ل * اصغر واذا اثبتنا خط * ب ط * وادرنا شكل * ك ط ل * حوله احدث خط * ك ل دائرة جميع اقطارها ترى متساوية في الصغر فخط * ك ل * يدرك من جميع اوضاعه بالقياس الى نصف النهار اذا كان عند سمت الرأس اصغر وكل من قسمي * ك س * س ل * عن جنبي سمت الرأس اللذين انفصلا بخط * ط ب * يرى ايضا اصغر فان قطع * ط ب * خط * ك ل * بقسمين مختلفين فكذلك يرى اصغر لكون كل من القسمين ايضا يرى اصغر

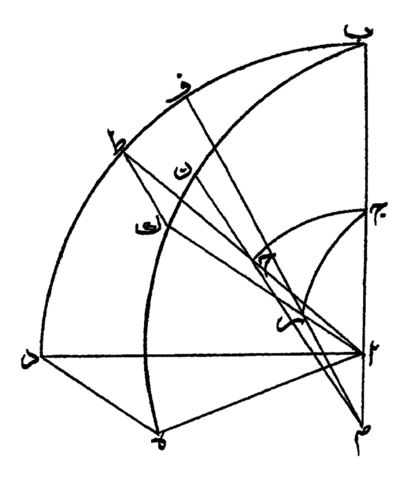
﴿ الشكل - ١٦٦ ﴾ وايضا نفرض الكوكب اولا بعد عند الافق او ما بينه وبين سمت الرأس وليكن البصر * ا * وسمت الرأس * ب * ونصل ا ب * وليقطع مقعر الفلك على * ج * وليكن المبصر خط * د ه * وليكن موازيا للافق وليرسمتيتا * ب د * ب ه * بطرفيه وليكن الفصلان بينهما وبين مقعر الفلك دائرتي * ج ح * ج ر * ونصل * ا د * ر ه * فتكون قوس * ب د * مثل قوس * ب ه * لكون * د ه * موازيا للافق ولتنعطف صورة * د ه * الى * ا * من نقطتي * ح ز * ونصل * ا ح * ح د * ا ر ه * ونخرج * ا ح * ا ر * الى * ط ك * وليكن مركز العالم * م * ونصل

الشكل الـ١٦٦

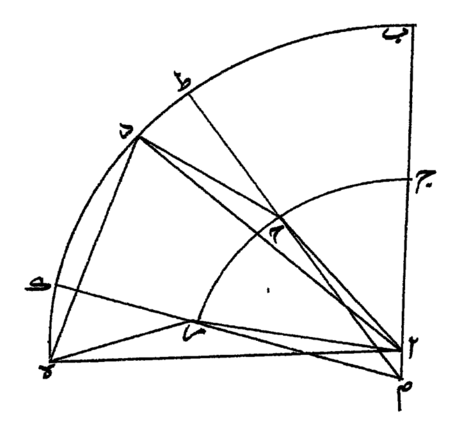


الشكل ١٦٦ ب

هذه صورة الشكل على الصحيح توافق عبارات المتن وقد كانت صورة الشكل مشوهة في كل النسخ - ك



الشكل ع ١٦٧



ونصل * م ح * م ر * وننفذهما الى * ف ن * فلان * ح ا * ينعطف الى
جهة العمود اعنى * ح م * فا ح * ارفع من * ا د * وكذلك * ا ر *ارفع
من * ا ه * فنقطتا * ح ز * ارفع من نقطتى * د ه * والانعطافية التى عند
ح * مساوية للتى عند * ر * لان وضعي * ح ر * من * ا * متشابهان فبعد
ف* من* د * مثل بعد*ن* من*ه* فبعد *ط * من* د *مثل بعد *ك *
من * ه * و نصل *طك * فيكون موازيا *لده * واصغر منه وخطا*ا ط*
ا ك * متساويان وكذلك خطا * ا د * ا ه * ولان * ا * كالمركز للسماء
فخطا *ط ا * ا ك *مثل خطى* د ا * ا ه * كل لنظيره وقاعدة * ط ك *
اصغر من * د ه *فزاوية *ط ا ك *التى بها يرى* د ه * بالانعطاف اصغر
من* د ا ه * التى بها يرى بالاستقامة و تتمم بالبيان السابق آنفا ان* د ه *
يرى بالانعطاف اصغر مما لو يرى بالاستقامة ﴿ الشكل - ١٦٧ ﴾
وايضا يفرض الخط المبصر منتصبا اعنى فى سطح سمتية واحدة *
(اقول) ويعنى ان يكون الخط وترا في السمتية*
(قال) وليكن البصر * ا *وسمت الرأس* ب * والسمتية* ب د ه * والخط
د ه * و الفصل المشترك بين السمتية و مقعر الفلك * ج ح ر * و نصل
اداه * ولينعطف * د* الى * ا * من*ح* و* ه * من*ر* وتبين كما مر ان
نقطة * ح * ارفع من خط * ا د * و * ر * ارفع من خط * ا ه * ونصل
ا ح * ح د * ا ر * ر ه * م ح * م ر * ونخرج الاخيرين الى * ط ك *
فتكون زاوية * ا م ر * حادة جدا او زاوية انعطافها جزءا منها فتكون
الجميع اعنى زاوية * ه ر ك * حادة وكذلك زاوية * د ح ط * حادة
وكل من زاويتى * ا ح د * ا ر ه * منفرجة و نقطة * ر * اما على الافق

اومرتفعة عنه فنقطة * ر * على طرف العمود الخارج من * ا * على * ا ب *
او مرتفعة عنه * و ح * ارفع من * ر * فزاوية * ا ح م * اصغر من زاوية
ا ر م * فزاوية * د ح ط * اصغر من زاوية * ه ر ك * فزاوية * ا ح د *
اعظم من * ا ر ه * و * م ط * م ك * قطران لدائرة * ب د ه *
و * م ح * م ر * قطران لدائرة * ج ح ر * فح ط * ر ك * متساويان
وزاوية * د ح ط * اصغر من * ه ر ك * فح د * اصغر من * ر ه *

(اقول) و يتبين ذلك بتطبيق احداهما على الاخرى *

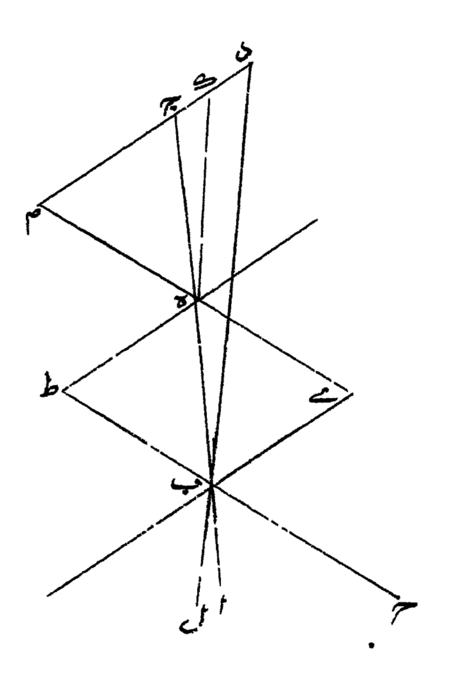
(قال) و * ا د * * ا ه * متساويان لان * ا * كالمركز لدائرة * ب د ه *
فالدائرة التي تحيط بمثلث * ا ح د * اعظم من التي تحيط بمثلث * ا ر ه *
لان زاوية * ا ح د * اعظم من * ا ر ه * وح د * اصغر من * ر ه * فح د *
يفصل من الدائرة المحيطة بمثلث * ا ح د * قوسا اصغر من الشبيهة بالتي
يفصلها * ر ه * من المحيطة بمثلث * ا ر ه * فزاوية * ح ا د * اصغر
من زاوية * ر ا ه *

(اقول) وبوجه آخر خطا * ح ا * ا د * مثل خطى * ر ا * ا ه * وح د *
اصغر من * ر ه * فزاوية * ح ا د * اصغر من زاويه * ر ا ه *

(قال) و ننقص زاوية * ر ا د * اونزيدها مشتركة فتكون زاوية * ح ا ر *
التي بها يدرك خط * د ه * بالانعطاف اصغر من * د ا ه * التي بها يرى
بالاستقامة و اذا كان كل كوكب يرى مستديرا فاقطاره ترى متساوية
واذا كان كل من قطريه المعترض و المنتصف يرى اصغر فجميع الاقطار
كذلك فصور الكواكب والابعاد ترى دائما اصغر مما هي عليها و ذلك
ما اردناه * ﴿الشكل - ١٧٨﴾

الاختلاف

الشكل ع١٦٨



﴿ الاختلاف الذى ليس من اجل الانعطاف ﴾

اما كونها مختلفة فى المواضع المختلفة من السماء فلان الكوكب او البعد اذا كان على سمت الرأس فانه يرى اصغر مما لو كان قريبا منه والاقرب يرى اصغر من الابعد الى ان ينتهى الى الافق ويرى حينئذ اعظم مما يرى فى سائر المواضع وذلك لما قد تبين فى المقالة الثانية ان البصر يدرك اعظام المبصرات من مقادير الزوايا التي توترها المبصرات عند البصر و من مقادير ابعادها ومن قياس مقادير الزوايا الى مقادير الابعاد وبينا ايضاً هنالك ان مقادير ابعادها لا تتحقق الا اذا كانت ابعاد المبصرات تسامت اجساما مترتبة متصلة واذا لم تكن الاجسام لا تتحقق الابعاد فلا تتحقق المقادير وبينا ايضا ان البصر اذا لم تتحقق الابعاد فانه يحدس ويشبهها بابعاد المبصرات المألوفة التى يدرك منها مثل تلك المبصرات فى صورها وهيئاتها ثم يدرك عظم ذلك المبصر من مقدار الزوايا التي يوترها عند البصر بالقياس الى البعد الذي حدس عليه وابعاد الكواكب ليست مسامتة لاجسام مترتبة فلا تتحقق مقاديرها والبصر يحدس على مقادير ابعادها ويشبهها بابعاد المبصرات الارضية التي يدركها من بعد متفاوت وجسم السماء ليس يظهر للحس انه كرى مقعره يلى البصر بل لا يحس بجسميتها ولا يرى منه الا سوى زرقة *

(اقول) وعلى انه ظن كاذب * .

(قال) ولان البصر لا يتحقق كيفية سطح الفلك فيشبهه بالمستوية لان اكثر المألوفات سطوحها مستوية ولذلك يدرك الشمس والقمر مسطحين وليس يحس البصر عند رؤية الكواكب انه يراها بالانعطاف بل يظن الاستقامة وهو يدرك امتداد لون السماء بحسب ظنه طولا وعرضا فيدركها مستوية السطح

فكما ان المواضع الواسعة الفسيحة التى على الارض يدرك اطرافها ابعد من اوساطها وماقرب من الوسط اقل بعدا مما بعدو اذا ادركت مبصرات متفرقة فيه بزوايا متساوية وادرك مقادير ابعادها فيدرك الابعد منها اعظم فكذلك يدرك الكواكب المتساوية مختلفة المقادير ماكان اقرب الى وسط السماء اصغر مماكان ابعد اعنى عند الافق وهذا من الاغلاط الدائمة لان العلة دائمة *

(والدليل) على صحة هذا التعليل هو ان الزوايا التى يوترها الكوكب الواحد عند مركز البصر من جميع نواحى السماء متساوية اذا كانت الخطوط التى تحيط بها مستقيمة غير منعطفة لان موضع البصر بمنزلة المركز للسماء وانعطافات صور الكواكب ليست تنقص من هذه الزوايا نقصا نامتفاوتا فلايكون الاختلاف الذى بين الزوايا المنعطفة التى بها يدرك الكوكب و البعد بين الكوكبين من المواضع المختلفة متفاوتا ويدل على ان هذه النقصانات فى غاية الصغر ماتبين من الاعتبار المذكور فى ادراك الكواكب بالانعطاف وهو قرب الكوكب الثابت من قطب العالم وبعده عنه فى الدورة الواحدة فان هذا الاختلاف يوجد يسيرا فلايدرك بسبب اختلاف هذه الزوايا بين اعظام الكواكب وابعاد ما بينها فى المواضع المختلفة من السماء اختلافا متفاوتا

(اقول) ولو كان لكانت ترى عند الافق اصغر كما نبين ان شاء الله تعالى فى الخاتمة *

(فان قيل) التفاوت المدرك بالآلة كيف لا يكون محسوسا *

(قلت) المراد من المحسوس فى هذا الموضع المتعارف الواقع لكل احد *

(قال) لكن بين اعظام الكواكب عند كونها على الافق و بينها عند كونها فى وسط السماء اختلاف متفاوت فليس علة ذلك اختلاف زوايا الانعطاف

بل ماذ هبنا اليه *

الاختلاف من اجل الانعطاف

ثم انه قد يعرض للمبصرات السماوية علة اخرى عرضية تزيد فى عظمها عند الآفاق وهى ما يعرض فى الآفاق فى اكثر الاوقات من بخارات غليظة تحول بين البصر و بين الكواكب التى فى الافق. واذا كان البخار فى الافق ولم يتصل الى وسط السماء فانه يكون قطعة من كرة مركزها مركز العالم لانها محيطة بالارض واذا كانت قطعة من الكرة و كانت منقطعة مما يلى وسط السماء كان سطحها الذى يلى البصر مسطحا *

(اقول) فيه نظر وذلك ان الانقطاع لا يوجب كون سطحه مستويا على ان مطلوبه يتم من دون ذلك *

(قال) واذا كان كذلك فان صور الكواكب التى من وراء ذلك البخار ترى اعظم مما كانت ترى قبل البخار وذلك ان الصورة اذا امتدت من سطح السماء المقعر الى سطح البخار الغليظ حصلت فيه صورة المبصر السماوى فاذا ادركها البصر فى البخار وهو اغلظ من الهواء الذى بين البخار و سطح البصر ادركها اعظم مما هى عليه كما يرى سائر المبصرات فى الماء فترى لذلك اعظم *

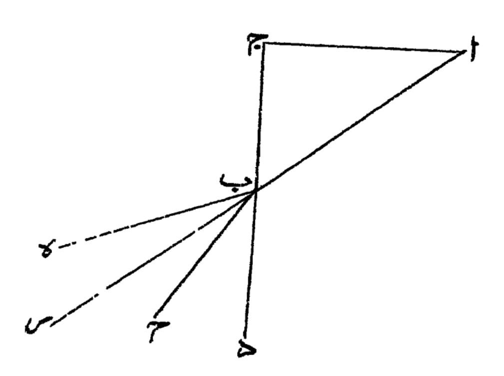
(اقول) فان قيل ما ذكره انما يتمشى لو كان البخار متصلا الى الكوكب لكنه منقطع دونه فيحصل للكوكب انعطافان الى البصر فكيف يلزم ذلك *

(قلنا) معلوم من الاصول ان سبب عظم الخط الموازى لسطح المخالف المستوى انما هو تضايق مخروط شعاع البصر واجتماعه نحو السهم فحيثما وجد الاجتماع لزم العظم سواء كان بسبب الانعطاف او الانعكاس والاجتماع يحصل بادنى

سمك له وان كان منقطعا دون المبصر اذا اكسفه من جهتيه مشف واحد وكان سطحا هذا الاغلظ مستويين متوازيين اماان كان متصلا فلما ذكر في الماء واما ان كان منقطاوعلى ماوصف فليكن *ا * مركزالبصرو* ا ب* خط شعاع و * ل د * خطا مبصرا و بينهما في الهواء بلورة سطحاها موازيان لج د * وليقطع سطح الانعطاف بشعاع* ا ب * فيها سطحيها على* ب ى ط ه * وليكن * ل د * فيه و * ا ب * ماثلا على* ب ى * ونخرج من ب * عمود * ب ح ب ط * على السطحين ونخرج * ا ب * ولينته الى* د ولينعطف * ا ب * نحو العمود على* ب ه * الى السطح الآخر ونخرجه الى* ج * ومن * ه * عمود * ه ى * ونخرجه حتى ينتهي الى* ل(١)* فعطفية * ا ب ح * لما اقتضت انعطافية* ه ب د * فعطفية * ه ب ط ايضا اعنى * ب ه ى * تقتضى مثلها فزاوية انعطاف * ب ه * بعد الخروج الى الهواء اعنى * ج ه ك * مثل * ه ب د * فه ك * يوازي * ب د * اذ ه * ليست على * ب د * فخروط البصر المجتمع بسبب النفوذ في المخالف وان كان يتسع بسبب الخروج لكن لاينتهي الى الاتساع الذى كان يقتضية قبل الانعطاف الاول ابدا وتبين ايضا ان * ه * كلما كان ابعدعن ب د * بسبب زيادة سمك المخالف كان التضايق اشد و ايضا كلما كان المخالف اشد خلافا كان التضايق اشد فواجب ان يرى الكوكب في الافق اعظم لمكان زيادة سمك البخار وغلظه و واجب ايضا ان يكثف البخارمن جهة هواء لطيف لان البخارلوكان متصلا الى البصر لكان الكوكب يرى اصغر بخلاف ما ظن ان الهواء كلما زاد بعدا عن وجه الارض زاد لطافة

(١) كذا في الاصول — والظاهر انه * م * ك*

الشكل ١٦٩



متدرجا الى سطح كرة النسيم * ﴿ الشكل - ١٦٩ ﴾

(فان قيل) ما ذكرتم مشروط باستواء سطحي البخار وكون ابعاد الكواكب المبصرة موازية لهما*

(قلنا) مثل هذا الجسم لو خلى وطبعه فالذى يمكن وقوعه غالبا هو ان يكون سطحاه مستديرين متوازيين مركزهما مركز العالم اومستويين فان كان الثانى فذاك وان كان الاول فلانه كالدان عند الحس اذ القدر من سطحه الذى تنفذ فيه صورة الكوكب فى مخروط شعاع البصر لا يكون له استدارة محسوسة واما كون اقطار الكوكب التى منها تلتئم صفيحته عند الحس موازية لسطحيه فبين وان كان ذلك القدر تختلف اشكاله كما يكون عند هبوب الرياح فبالضرورة تختلف اقدار الكواكب وتسطع انوارها وتضعف وتختلف الوانها وسموتها فترى ذاهبة جائية على سمت واحد اوسموت مختلفة مسافة يسيرة واخلق بان يكون ذلك من اسباب اللمعان مضافا الى مايذكر بعد فان الثوابت تدرك فيها هذه المعانى اما الاختلاف فظاهر لان السطحين اذا اوجبا تضايق الشعاع رؤى اعظم اوالتوسع رؤى اصغر واما قوتها وضعفها فلعظم الانعطاف وصغره واما اختلاف الالوان فلما تحقق ان بعض الانعطافات يوجب الآسمانجونية او الحمرة اوالصفرة واما اختلاف السموت فلاختلاف مواضع الانعطاف من السطح الذى بينا بحسب اختلاف السطحين ولان تشكلات السطحين غالبا تكون على تناسب ونظام لان حركاتهما انما تكون بحسب حركات الرياح و ذلك يقتضى تموجا فى سطحيه فطرفا قطعة مخروط شعاع المبصر التى هى فى جسم البخار يقعان تارة فى جزئين محدبين ذوي نظام مستويين عند الحس وتارة

فى مقعرين وتارة على التقابل وحركتهما من احدى الاحوال الى الاخرى على نظام متصل وكل منهما يعود ويتالى مرات فتحدث الحركة المذكورة ومن اراد تحقق ذلك فلينظر الى مافى قرار ماء صاف ساكن او جار جريا رفيقا منتظم الامواج ويقيس حال السطحين على السطح الواحد *

(فان قيل) القول بان الاجتماع والاتساع يوجبان العظم والصغر مطلقا ممنوع لانهما انما يكونان بحسب قطر الخيال وليس الاجتماع مما يوجب عظم قطر الخيال دائما بل قد يوجب التساوى والصغر *

(قلنا) ذلك مسلم اذا كان موضع الخيال مدركا فاما اذا لم يكن يدرك وذلك اكثر مايكون فلا يدرك منه الا السمت واذ ذاك فالتعويل على زاوية المخروط فيتحقق المطلوب *

تنبيه

ولا يقدح فى جميع ماذكر من احوال انعطافات الكواكب وجود النار وكونها على شفيف اشد من الهواء واقل من الفلك اوعدمها فان ذلك يقتضي تفاوتا يسيرا قد لا يحصل عند الحس او يحصل ويكون جزء علة حاعليه الوجود ومن الدلائل على ان الكوكب انما يرى في الافق اعظم بسبب الانعطاف فى البخار ان القمر قد يرى عنده على اشكال مختلفة وقد شاهد فاصيحة يوم البدر التمام عند غروبه غير مستدير بل الى استطالة بينة فى عرض الافق كالاترجة بحيث لايرتاب فيه احد وكذلك الشمس احيانا ومن اعتبر ذلك فسوف يعاينه ومن الشواهد على ان البخار الذى فى الجو جسم متصل مخالف الشفيف لشفيف الهواء الطلق الذى يلينا لانه انما هو اجزاء متباينة كثيرة متقاربة مجتمعة يتخللها هواء فما يستتر

بها

بها من الصور لا يصل الى ما وراءها وما لا يستتر بها يرد على استقامة وجوده فى الهواء الطلق هو ان ضوء الشمس النافذ من ثقب مقتد ر السمة الى وجه الارض اذا تأملته وحققت موضعه ثم عرض من دون الشمس قطعة سحابة اطرافها رقيقة وتزايد غلظا الى الوسط وقد حملت السحابة ريح تسرع بها وتمرها على وجه الشمس وكان الشعاع مائلا على سطح الارض والسطح مستويا وحركة السحابة فى سطح انعكاس الضوء عن وجه الارض عند ما تعرض السحابة دون صفحة الشمس تحرك الى جهة العمود الخارج من مركز الشمس الى سطح الارض المستضيىء اذا اخرج على استوائه وهو سطح الافق المرئى وكلما ازداد غلظ الجزء من السحابة الحائل بين الشمس وموضع الضوء ازدادت الحركة والميل وضعف الضوء الى ان يضمحل ويحصل الظل الصرف ثم اذا كان رق الحائل قليلا يظهر شيء من الضوء بقرب المكان الذى اضمحل فيه فكلما ازداد رقة مال الضوء وتحرك الى خلاف جهة العمود حتى تكمل قوة الضوء وعند ما تزول السحابة عن سمت الحيلولة بتمامها فيحصل الضوء فى الموضع الاول هذا اذا كانت السحابة قطعا يسيرة المقدار غير فسيحة الاقطار تحول وتنكشف فى اقل زمان وانما تلك الحركة لما يوجبه زيادة البخار الحائل كثافة ولطافة او اختلافه سمكا مع هيئة سطحيه المواجهين للمضيىء والمستضيء كما علمت *

﴿ تنبيه ﴾

وقد تحقق من جميع ماذكر ان ارتفاع الكواكب بالآلة لا يصح الا اذا كانت قريبة من سمت الرأس فاما بقرب الافق فيعظم التفاوت ويكون المرصود اعظم دائما فان البخار اذا كان يوجب عظم الكواكب قدرا محسوسا فانه

يوجب اختلاف سمت الرؤية ضرورة فان السبب فيهما واحد وكذلك اذا كان بين البصر والنير غيم رقيق على ماذكر وهذا مما يجب الاعتداد به في اصول الارصاد خصوصا اذاترا كمت الابخرة ولذلك لا يرجى الوقوف على مواضع السفليتين محققا وخاصة موضع عطارد فليتنبه لذلك *

فائدة

الثوابت يرى فيها كأنها تترجرج وهي التي تسمى لمعانا ولا يدرك في المتحيرة اذا توسطت السماء وفي زحل يدرك اقل مما يدرك في الثوابت والظاهر ان سبب ذلك تنائي ابعادها عن الابصار وذلك يوجب ضعف الصورة الحاصلة في الهواء عند الابصار وصورة الضوء اذا ضعفت تضاءلت وتقلقلت ولم تثبت في مكانها ثبات الصور القوية فتبدو فيه ثم تعود خافية امابالاسر(١)اوبالخفاء وذلك هو ترجرجها ويؤيد هذا المعنى زيادة تلك الحركة عند كونها قريبة من الافق اوعند عروض غلظ وكثافة في الهواء وكذلك عند ما يسفر الصبح ويغلب ضوء النهار عليها وقد يشاهد مع الترجرج اختلاف الوان وذلك ظاهر في كبار الثوابت عند مقارنة الافق فيحمر تارة ويخضر اخرى ويشرق تارة ويصير الى الكمودة اخرى وذلك يكون بسبب الاختلاف في القوة والضعف وامتزاج صورها بالوان الابخرة الحائلة واذا اوقدت نار قوية ثم نظرت الى مايعلو دخانها من الهواء المسامت له المتصل به وكان من ورائه اجسام عليها نقوش ورسوم بينة وتأملتها وجدتها تحرك حركة الاضطراب يسيرا يمنة ويسرة علوا وسفلا وانما ذلك بسبب حركة الدخان اللطيف الذي يعلو الكثيف الاسود وهو جسم اغلظ من الهواء فتنعطف تلك الصور فيها الى البصر فتظهر لها حركة بحسب حركة

(١) كذا فتأمله *

سطحى ذلك الدخان وبحسب اختلاف اجزائه الحائلة بين البصر وتلك المبصرات فى اللطافة والغلظ كما يظهر لما فى قرار الماء الجارى الصافى بحسب تشكلات سطحه وقد يدرك مثل ذلك للشمس اذا نظرت الى ضوء الشمس النافذ من كوة ضيقة الى موضع بعيد عن الكوة وتأملت اطراف الضوء عند مجاورة الظل فانك تجد فيه حركة الاضطراب ايضاً وذلك لحركة الابخرة كما مر وقد يدرك مثل ذلك اذا حدقت الى الثوابت الكبار والاوساط عند تراكم الابخرة فانك تجدها تذهب مرة الى قدام قليلا ثم الى جهة اخرى ثم تعود وهكذا تضطرب اضطرابا برفق وتدرك الكواكب المتقاربة فى قطعة من السماء مقتدرة الفسحة جميعا تتوافق فى ذلك الاضطراب على ما ذكر السبب فى ذلك من قبل وقد يدرك مثل ذلك فى المبصرات التى تكون على بعد فى البرارى السبخة(١) انصاف النهار وقد اشتد حر هوائها وارتفعت الابخرة والسراب لعلة تلك الابخرة اذا تكاثفت جدا و الزرقة هى لون السماء المنعطف فيها الى الابصار فان الابخرة تجتمع فيها اجزاء صغار كرية رذاذية تنعطف فيها الى الابصار صور بعض مايكون ارفع منها واخفض وايمن وايسر كما يشاهد ذلك فى الهالات الحادثة حول السراج دائما اوفى اكثر الاوقات *

تمثيل

ولما ذكر فى ترجرج الثوابت نظير فى المسموعات وذلك اذا اصغيت الى صوت متصل يصل اليك من بعيد جدا فانك اذا اذنت اليه فقد تجده كأنه يصل الى السمع ثم ينقطع ثم يصل ثم ينقطع واذا استقريت امثال هذا الصوت تصادف منها ما ذكر وكذا الحال فى الروائح اذا اعملت التميز فيها وسبب

(١) ن ـ الفسيحة*

الانعطاف المذكور فى امر السراب سنبين فى ذيل الكتاب ان شاء الله تعالى*

تنبيه

واعلم ان هواء الافق لا ترد فيه الاضواء الى البصر و رودها فى الهواء الذى يكون اعلى من الافق لامرين احدهما زيادة سمك طبقة البخار ثم والثانى كثرة الاجزاء الغبارية الحائلة فاذا قلنا هواء الافق اكثف فانما نعنى به ذلك والا فالهواء المجاور للارض الطف وارق من هواء طبقة البخار اما انيتها فلرؤية الكواكب عند ذلك اعظم واما الاسباب الطبيعية لذلك فمنها كثرة الاشعة المنعكسة فيما يجاور الارض وقوتها وفيما بعد تشتتها وضعفها وكذلك توفر الحرارة فى الابخرة المرتفعة لقوتها من المبداء فاذا صعدت استحالت الى البرودة وهى الى المائية*

(قال) فالعلة الذاتية فى رؤية الكواكب فى الافق اعظم ما ذكرنا اولا والعرضية ماذكرناثانيافهذه هى جميع الاغلاط التى تعرض للبصر من اجل الانعطاف فى المألوفة دائما اوفى اكثر الاوقات و هو كاف فيما نحتاج الى علمه منها و هذا حين نختم المقالة ونختم الكتاب *

(اقول) واذ قد تلخص مقاصد المقالة فلنشرع فى الخاتمة على ما سبق به الوعد و نبين فيها ما يرد على كلامه فى المقالة بتوفيق الله تعالى *



الخاتمة

وهى تشتمل على مباحث من الانعطاف فى ثلثة فصول *

الاول فيما يتعلق بالمخالف المستوى السطح وفيه خمسة مباحث

(الاول) في غاية عظم الانعطافية و بعض لوازمها و نقدم اولا مقدمتين ثم نتبعهما بثالثة *

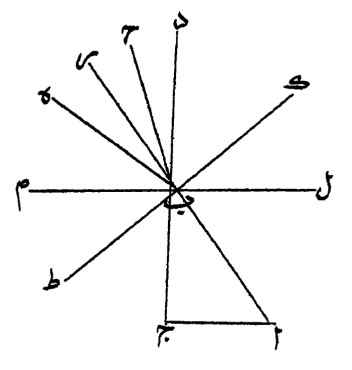
(الاولى) مخروط استقامة كل نقطة ومخروط انعطافها يتحد ان فى السهم ابدا اوهما قائمان مستديران فاما مايوجد منها غير مستدير اوقائما فذلك لمانع وما يوجد حينئذ يكون قطعة من القائم او المستدير و ذلك بين مما مر من الاصول *

(الثانية) زاوية الانعطاف تختلف صغرا وكبرا باحد سببين * الاول * اختلاف المخالف فى نسبة الغلظ واللطف الى الاول وكلما كانت النسبة اعظم كانت الزاوية اعظم * الثانى * اختلاف العطفية صغرا وكبرا و ذلك باحد سببين اما باختلاف موقع الضوء من سطح المخالف قربا وبعدا من موقع السهم منه فكلما كان اقرب كانت العطفية اصغر وكذا الانعطافية اوباختلاف مبدأ الضوء اعنى رأس مخروط الاستقامة من سطح المخالف قرباً و بعداً فكلما كان اقرب كانتا اعظم فليكن البصر * ا * و * ا ج * سهم الاستقامة و * ج د * فصل انعطاف على مخالف اغلظ و * ب * نقطة فيما بين * ج د * ولينعطف * ا ب * على * ب ه * ويخرج * ا ب * الى * ر * اقول اذا تحركت نقطة * ا * على * ا ج * نحو المخالف دار بحسبها بخط * ب ه * فى سطح انعطافه على * ب * بحيث تحرك * ه * الى جهة * د * الى ان تقارب

ا * من * ج * غاية القرب فتكون العطفية التي هي عند * ب * قريبة جدا من قائمة فلتكن * ص * الاعاشرة فتكون زاوية انعطافها اعنى ه ب ر * اقل من * مه * الا نصف عاشرة فغايتها ان تكون * مه * الاعاشرة فتكون زاوية * ه ب د * مه * درجة فاذا كان البصر على خط ج ا * فانه لايدرك ما بين خطى * ه ب * ب ر * بالانعطاف من دون نقطة * ب * البتة ويرى بالاستقامة ان لم يكن مخالف اغلظ كل ما بين خطى ه ب * ب ر * فاذا كان اناء قطر سطحه * ج د * والمكشوف منه * ج ب وكان خاليا ولتكن نقطتا * ه ر * فى قراره فان * ر * تكون قريبة ثم اذا ملئ ماء مثلا فان النقط التي بين * ر ه * يستر جميعها فان كان شفيف الماء فى غاية القرب من شفيف الهواء والبصر فى غاية القرب من * ج * كانت زاوية * ه ب ر * صغيرة وتزداد عظما بحسب زيادة نسبة الغلظ فاذا انتهت الى الغاية بلغت الزاوية الغاية المذكورة وهى * مه * الاعاشرة ولا تزيد على ذلك وان كان المخلف الطف فيكون الانعطاف على نحو * ب ج * وتكون زاوية * ر ب ح * اقل من عطفيتها ابدا ولا اقل من ان تكون بعاشرة مثلا فاذا كانت العطفية * مه * وعاشرة كانت * ر ب ح * مه * الاعاشرة فكانت مثل * ا ب ج * اعنى * ر ب د * فكان * ب ح * منطبقا على * ب د * ولو كان جسم الالطف ممتدا وراء * ب د * غير منقطع عند خط * ب د * لكان * ا * كل ما يدنو من * ب ج * كان * ب ح * يرتفع عن * ب د * فاما اذا كان * ب د * فى كثيف فان * ب ح * لايجاوزه فيكون جميع ما فى المخلف مرئيا من نقاط * ج ب * قبل ان ينتهى * ا * الى * ج * وذلك غير ممكن بالاستقامة وان لم يكن فى كثيف وكان المخلف

منقطعا

الشكل ١٧١



منقطما عنده فان الاشعة التى من وراء * ا ب * وعطفيا نها اعظم فانها تنقطع عند سطح المخالف لانها لا تصادف متسما للانعطاف * ﴿ الشكل - ١٧٠ ﴾

﴿ لطائف ﴾

نعيد الشكل ولنخرج من * ب * ب ك * حتى يحيط خطا * ج ب * ب ك بزاوية * ج ب ك * المنفرجة خارج المخالف وليكونا على سطح مخالف الطف وفى سطح واحد انعطافى ولتكن زاوية * ا ب ك * قائمة فشعاع ا ب * ينفذ على استقامته الى * ر * بحسب ذلك ولانه مائل على * ج ب فينعطف على * ب ح * فصورتا نقطتى * ر * ح * تدرك ممتزجة وصورة * ب * تدرك وحدها من نقطة فيما بين * ج ب * وصورة * ح كذلك من نقطة فيما بين * ب ك * وصور جميع النقاط التى بين * ر ح * من موضعين احدهما فيما بين * ج ب * والآخر فيما بين * ب ك * وكذلك لو كان خطا * ج ب * ب ر * المحيطين بزاوية منفرجة هى * ج ب ر * على سطح مخالف اغلظ وفى سطح واحد انعطافى والزاوية داخل المخالف و * ل ب * شعاعا فى سطح الانعطاف وليكن عمودا على * ج ب * فينفذ فيه على سمت * ل ب م * مستقيما ولانه مائل على * ب ر * فينعطف على نحو * ب ط * فاذا كان * ل * مركز البصر فانه يرى صورتى * ط * م * ممتزجتين وترى كل نقطة من التى فيما بين * ط م * من موضعين احدهما فيما بين * ج ب * والآخر فيما بين * ب ر * وقد بان من ذلك ان * ا ب قد ينعطف فى المخالف انعطافين بحسب فصلين بل واذا ادير الشكل على * ا ب ز * وليكن منصفا لزاوية * ج ب ك * حدث من * ا * و * ا ه ر * خطى ج ب * ب ك * مخروط مستدير هو الاغلظ ووراءه جسم الطف فينعطف

اب * فيه على سطح مخروط مستدير سهمه * ب ر * و ضلعه * ب م *
وتكون صورة نقطة الرأس وهي * ب * ممتزجة من نقاط سطح المخروط
فيدرك الغالب و الا فممتزجاً ﴿الشكل - ١٧١﴾ وبان ايضاً
ان كثيرا من نقاط وسط المخروط طولا ترى المتيامنة منها متياسرة
وبالعكس واذا كان البصر عند كل من نقاط المحيط فانه يدرك * ا * من نقطة
ب * واذا كانت ابصار عدة فكذلك وبان ايضا ان نقطة مضيئة اذا كانت
خارج مخروط مستدير مشف اغلظ على سمت سهم المخروط فانه يحدث
في وسط المخروط المشف جزء مخروطي يجتمع عند كل من نقاطه شعاعان
منعطفان في سطح واحد انعطافا عن جنبتي المخروط وعند كل قطعة من
السهم جميع الصور الواردة من مبدأ بعينه و يتحقق معنى المبدأ عن قريب
واذا كان المخروط الطف فانه يبقى من وسطه جزء مخروطي خال عن
الاضواء المنعطفة فيكون ثم ظل من دون مظل وفي الصورتين كلما دق
المخروط عظم الجزء المتوسط المخروطي زاوية الى ان يصير الشكل فان كانت
النقطة المضيئة داخل المخروط عند نقطة من السهم فبالعكس في جميع ما ذكر
فخذها غرائب ثم امتحنها تجدها على ما ذكر *

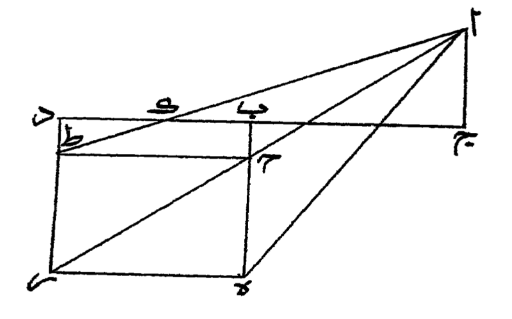
(الثالثة) اذا كانت نقطة مضيئة فانه يتشكل بينها و بين كل(١) دائرة على سطح
المخالف مركزها النقطة التي هي موقع العمودين (٢) من النقطة على السطح
ولنسم كلا منها مبدأ مخروط استقامة وينعطف في المخالف على هيئة مخروط
ناقص اصغر قاعدته عند سطح المخالف ورأسه عند نقطة ارفع من المضيئة
وكل ما كان المبدأ اعظم كانت زاوية المخروط اصغر ورأسه ارفع وان كان
المخالف الطف فبالعكس وذلك بين للمتأمل اذا دقق النظر *

---

(١) كذا * (٢) ن - العمود *

﴿ البحث

الشكل ١٧١٤



البحث الثانى

فى احكام خيال النقاط و هو حكمان *

الحكم الاول

(ا) خيال النقطة الابعد عن سطح المخالف الاغلظ ابعد عنها من خيال النقطة الاقرب عنها اذا كانتا على عمود بعينه وقد بيناذلك فى البحث المورد بعد الشكل الخامس من الفصل السابع و بين ان المخالف اذا كان الطف كان الحكم بخلاف ذلك *

الحكم الثانى

(ب) اذا كان خط مواز لسطح المخالف الاغلظ فان خيال طرفه الابعد عن السهم يكون ارفع واقرب الى السطح من خيال طرفه الاقرب و لنعد ا ج * * ج د * وليكن * ب ه * موازيا * لج د * و * ه * ابعد عن السهم و ذلك لانا نصل * ا ب * ا ه * ونخرج من * ب ه * عمودى * ب ر * ه د * على * ج د * وليكن * ح ط * نقطتى انعطا فى * ب ه * الى * ا * ونصل * ا ح * ا ط * ونخرجهما الى ان يلقيا عمودى * ب ز * ه د * على ك ل * فلان صورة * ب * قد ارتفعت عن موضعها بقدر ماتقتضيه زاوية ب ا ك * وصورة * ه * بقدر ما تقتضيه زاوية * ه ا ل * و الثانية اعظم من الاولى كما تقرر فتكون * ل * ارفع من * ك * وذلك ما اردناه وبين ان المخالف اذا كان الطف كان الحكم بخلافه *

مسئلة

ان قيل فاذا كان خيال النقطة فى الماء ارفع منها واقرب الى سطح الماء فيكون اقرب الى البصر فلا يعرض له من الخفاء بسبب ستر الماء اياه مايعرض لنفس المبصر لان حجم الماء هناك اقل فلا يدرك ابعد فلايكون احد سببى رؤيته اعظم موجودا *

(قلنا) الارتفاع والقرب من باب الاغلاط و ذا كان البصر فى مكانه فان الماء يوهم البعد بحسب ما يستر من معانيه *

المبحث الثالث

المبحث الثالث

في احكام خيال الخطوط وهى خمسة *

الحكم الاول

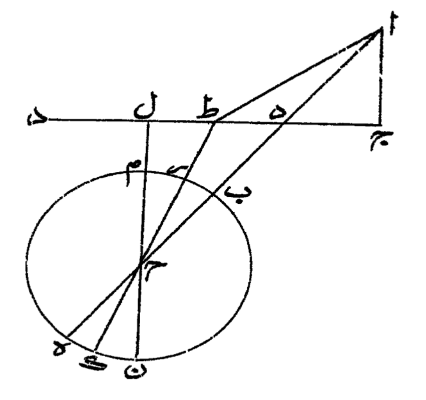
ا * (فى اوضاعها) الخطوط الكائنة فى المخالف الاغلظ ما كان منها فى سطح انعطاف واحد وموازيا السطح المخالف فانه يرى الطرف الا بعد منه من السهم ارفع كما مر فيدرك ملاقاله فى خلاف جهة السهم وما كان ملاقيا للسطح فى تلك الجهة فيدرك ميله اليه اكثر وما كان ملاقيا للسطح فى جهة السهم فقد يدرك موازيا وقد يدرك ملاقيا فى خلاف جهة السهم وفى جهته وعلى تصاريف الاحوال فلا يكون الوضع المرئى للمبصر وضعه فى نفسه وان لم يكن الخط فى سطح انعطاف واحد فان كان قائما على سطح انعطاف فيكون لا محالة طرفه الذى على السطح اقرب الى السهم من الآخر فيرى الآخر ارفع وعلى بعده بعينه الى السهم لكونه على العمود فيرى اطول فاذا اخرج ذلك الخط على استقامته من الجانب الآخر لسطح الانعطاف ادرك خطين ملتقيين عند السطح بزاوية منفرجة مما يلى سطح المخالف ولا يرى خط فى الماء على وضعه اعنى على استقامته الا العمود على سطحه وعليك تفصيل سائر الاوضاع وجميع ما ذكرنا يكون فى المخالف الالطف بخلاف ذلك *

الحكم الثاني

(ب) نعيد بصر * ا * وخط * ج د * وليكن * ب ه * عمودا على سطح الماء من داخل و * ه ر * عمودا عليه موازيا * لب د * وليكن اقصر من * ه ب * فـه ر * يرى اعظم ولنخرج من * ر * عمود * ر د * على

ج

الشكل ١٧٢



ج د * وليكن خيال * ه ر * ح ط * ونصل * اه * اح * ار * اط * وليقطع الاخير * ج د * على * ك * فاذا ادير * ه ر * على مركزه فى سطح انعطافه بحيث تحرك * ر * نحو سطح الماء او نفمت * ر * و قربت من سطح الماء واخذت * ط * ترتفع ايضا لكنها تكون ابطأ حركة فى الارتفاع من * ر * ونقطة * ح * بحالها فى موضعها ولان نقطة * ر * تتقارب فى تلك الحركة من السهم فكذلك * ط * فتكون بحسب ذلك زاوية * ك ار * تتصاغر الى ان تساوى * ه اح * ويكون * ه ر * حينئذ مدركا على مقداره لكون زاوية * ح اك * المدرك بها بالانعطاف مثل ه ار * المدرك بها بالاستقامة و بعد ذلك تصير زاوية * ك ار * اصغر من * ح اه * فيرى * ه ر * اصغر وعلى ذلك الى ان ينطبق * ه ر * على ه ب * فتكون فى غاية الصغر ان كانت * ر * فوق تقاطع خطى * ار * ب ه * و تتقدم ان كانت عند ها ويمكن ان توجد تحتها وعلى التقادير فيدرك ه ر * اصغر لكون * ح اك * حينئذ اصغر بكثير من * ه ار *

﴿ الشكل - ١٧٢ ﴾

الشكل الثالث

(ج) نعيد البصر والخط ونفرض فى المخالف دائرة * ب ر ه * فى سطح انعطاف * ج د * عن جنبيه من السهم وليكن المركز * ح * ونصل * اح قاطعا * لج د * على * و * وللمحيط على * ب ه * و لتنعطف صورة * ح الى * ا * من * ط * ونصل * ط ح * ونخرجه الى * ك * وليقطع المحيط على نقطة * ر * ايضا ونخرج من * ح * عمود * ل م * ح ن * على * ج د فقطر * ب ه * يرى بالاستقامة نبطه وبالانعطاف ذاقدر لان * ب * ترى من نقطة بين * و ط * و * ه * من نقطة بين * ط د * فاذا فرضنا هذا

القطر انه يدور على * ح * وفرضنا حركة * ب * على توالى * ب رم * فاذا وصل * ب * الى * ر * ادرك بالاستقامة ذا قدر لو امكن وبالانعطاف نقطة لكون جميع نقاطه مرتبة من * ط * فاذا تحرك عنه احس بقدر له بالانعطاف يسيرا الى ان ينطبق على * م ن * فتكون بعد اصغر منه الى ان يتحرك قوساما(١) فيرى على ماهو عليه ثم يتعاظم الى غاية لكونه عند موازاة ج د * اعظم ثم يتصاغر قليلا قليلا الى ان يساوى قدره فى نفسه ثم يزداد صغرا الى ان ينطبق على * ك ر * فيرى نقطة ومادام هذا القطر بين انطباقه على * ر ك * و * ه ب * وذلك فى قطعة اقل من النصف فانه يكون محفوظ الجهتين اعنى ان طرفه المتقدم يرى متقدما و المتأخر متأخرا وما دام بين انطباقه على * ه ب * و * ك ر * فانه لا يكون كذلك اذ المتقدم منه يرى متاخرا و المتاخر متقدما و نصفاه تارة يدركان متساويين وتارة مختلفين لانه اذا صار عمودا على * ج د * فب ح * منه يدرك اصغر من * ح ه * واذا صار موازيا * لج د * فيدرك اعظم فلا بد وان يصير فيما بينهما مثله *

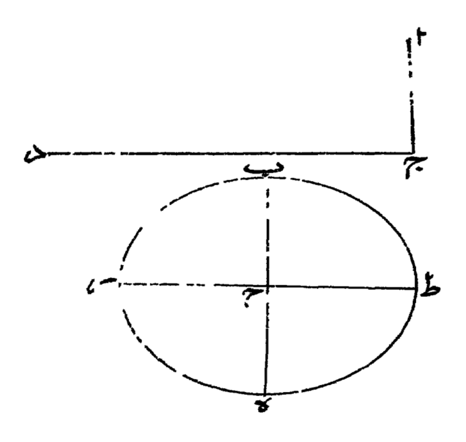
﴿ الشكل - ١٧٣ ﴾

(د) واذا كان السهم يقطع الدائرة فالحكم يختلف اذ يقطع السهم حينئذ القطر الدائر في بعض اوضاعه ويكون كل من قسميه فى ذلك الوضع مخصوصا بحكم لا يخفى على المتأمل وقس على الاغلظ الالطف واعكس *

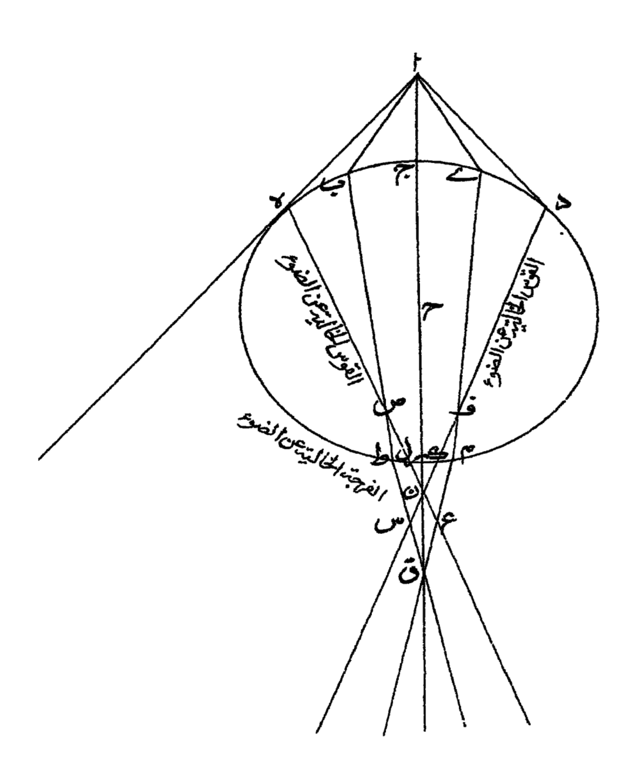
(ه) اذا كانت نقطة من الخط المدرك على العمود البصرى فالخيال يلاقى الخط على تلك النقطة ويكون الخيال اما خطين متلاقيين على تلك النقطة اوخطا واحدا وذلك بين واذا كان الخيال خطين متلاقيين فقطر الخيال يكون قريبا منهما ضرورة لصغر ارتفاع الخيال فكل نقطة من الخيال اما

(١) كذا *

الشكل ١٤٣



الشكل ١٢٤٤



ا
ب
ج
د
ه
ز
ح
ص
ف
ط
ك
ل
م
ن
س
ع
ق
القوس الخالية من الضوء
القوس الخالية من الضوء
الفرجة الخالية من الضوء

على قطر الخيال او قريبة منه كما ذكره فى الشكل الخامس من الفصل السابع *

البحث الرابع

﴿ المبحث الرابع ﴾

لا يكون شكل المبصر فى المخالف محفوظا الا اذا كان دائرة صغيرة مركزها على السهم و السهم عمود عليها فاما ان كانت عظيمة فيرى مخروطا رأسه المركز وقاعدته فى جهة السطح ان كان المخالف اغلظ وبالعكس ان كانت الطف فاما اذا كانت مثلا قائمة على السطح فلا يكون احد ابعاده وهو العمود اصغر والبعد المقاطع له على قوائم اعظم اوبالعكس فيرى طوله مثلا اقل وعرضه اكثر فلا يكون محفوظ الشكل *

المبحث الخامس

﴿ المبحث الخامس فى بعض احكام خيال السطوح ﴾

اذا كان سطح دائرة قائما على سطح الانعطاف الذى فيه * ا ج د * وليكن مركزها * ح * والفصل المشترك بين سطح ا ج د * والدائرة قطر * ب ه و * ر ط * قطر اقائما عليه * فر ط * يرى اعظم واذا دار على * ح * بحيث تحرك * ر * الى * ب * فكلما تباعد من * ر * قل عظمه الى ان يدركه كما هو ثم يتصاغر الى ان ينطبق على * ب ه * و هو عمود فيكون فى غاية الصغر ثم يزول عن الانطباق فيتعاظم الى ان يدركه على ما هو عليه فى الجنبة الاخرى عن العمود على وضع يشابه الوضع الاول قبل الانتهاء اليه ثم يتعاظم الى ان يصير عمودا على * ب ه * فيكون فى غاية العظم ﴿ الشكل - ١٧٤ ﴾ ولان * ح ب * يرى اصغر من * ح ه * و * ر ح * مثل * ح ط * فتكون الدائرة كبيضي مركب من قوسين احداهما من دائرة كبيرة صغيرة السهم وهى قوس * ر ب ط * والاخرى من دائرة صغيره عظيمة السهم وهي قوس * ر ه ط * والاولى اصغر من

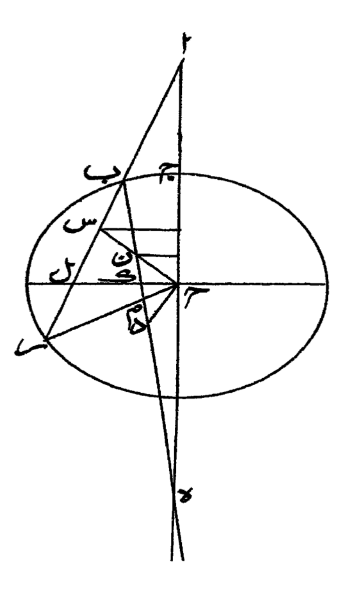
النصف والثانية اعظم *

الفصل الثانى فيما يتعلق بالمخالف المستدير السطح اذا كان محدبه مما يلى البصر وفيه اربعة مباحث *

الاول فى غاية عظم الانعطافية

ومايلزمها من هيئة الجسم المنعطف وغيرها ليكن * ا * نقطة مضيئة والمخالف اغلظ ودائرة * ج ب * فصل انعطاف على سطحه و * ح * مركزها ونصل * ا ح * ونخرجه وليقطع المحيط على * ج ز *
(فاقول) ان جميع اضواء الواقعة على القطعة المقابلة من الفصل ولتكن د ج ه * تنعطف الى المقعر من الدائرة وتجتمع عند قوس صغيرة من المحيط منتصفها * ر * ولتكن * م ر ط * وهذه الاضواء الممتدة الى القطعة المقابلة تنقسم على قسمين ليس بينهما كثير تفاوت اذا كان بعد * ا * عن الكرة متفاوتا قسم مما يلى سهم * ا ج ر * ولتكن التى فيما بين * ج ب * من جهة و * ج ى * من اخرى وقسم مما يلى الخط المماس فاما الاول فينعطف الى القوس التى تجتمع فيها على ترتيبها اعنى ان الاقرب من السهم ينتهى الى نقطة اقرب منه و الابعد الى ابعد و اما الاخرى فبعكس ذلك حتى ان الضوء الذى يلى المماس ينتهى الى نقطة اقرب من السهم من نهايات سائر اضواء هذا القسم ولنكن نقطتى * ك ل * ولا يلاقى شئ من الاضواء المنعطفة السهم الاخارج الدائرة واذا كان الجسم الكرى السطح ممتدا فى الجانب الآخر غير منقطع عند المحيط فان هذه الخطوط تلاقى السهم خارج المحيط و يكون الضوء الابعد فى مخروط الاستقامة عن السهم يلاقى السهم على نقطة اقرب من * ر * ثم يجاوز السهم
فى

الشكل ١٧٥٤



فى الجانب الآخر الى حيث ينتهى وجميع ذلك يتحقق فى ذيل الكتاب فكلما كان المخالف الاغلظ اكثر خلافا كانت زوايا المخروطات المنعطفة اعظم وارتفاعاتها اصغر وقوس * م ر ط * اصغر فكلما كان اقل خلافا فبالعكس وكذلك كلما كان * ا * اقرب من المحيط كانت زوايا المخروطات المنعطفة اصغر وكذلك قواعدها وارتفاعاتها اعظم وكذلك قوس * م رط * تكون اعظم فكل مخروط يتشكل بين * ا * وبين مبدأ فى القطعة المقابلة فانه ينعطف على مخروط تام رأسه عند نقطة من السهم من وراء السطح الكرى التام ثم يمتد على مخروط مقابل للاول الى حيث ينتهى واذا دار الفصل على سهم * ا ح * افرزت قوس * ه ط * من الكرة جسما كالحلقة لا يصل اليه ضوء لا بالاستقامة ولا بالانعطاف واحد (١) وكذلك يبقى خارج الكرة فرجة خالية عن الاضواء كالحلقة بل على هيئة مخروط ناقص قاعدته الاعلى قطعة سطح الكرة المستظلة عن * ا * الاقد رايسيرا هى قطعة الاجتماع وتنتهى قاعدته حيث ينقطع امكان وصول الضوء ضعفا وهو مجسم ظل الكرة المشفة الا قد رايسيرا يوجد فيه ضوءا على مخروط الاحراق فنذكر هذا المعنى عند البحث عن الاظلال في لواحق الذيل يتحقق ذلك وهذه الصورة تعين على تصور ماذكر ﴿ الشكل - ١٧٥ ﴾ وان كان المخالف الطف كان المنعطف ناقص صورة ويكون اصغر قاعدتى المخروطات المنعطفة الحادثة عن المبادى ورؤسها جميعا عند سهم * ا ج * فيما بين طرفى * ا ج * وكلما كان المخالف اشد لطافة كانت زوايا المخروطات اعظم ورؤسها اقرب الى * ج * وكذلك كلما كان اقرب من الكرة ويلزم ايضا ان يستضيىء جميع الكرة بالانعطاف ويكفى فى بيانه مامر فى المخالف

---

(١) - كذا *

المستوى السطح *

المبحث الثانى

في احكام خيال النقاط وهى عشرة *

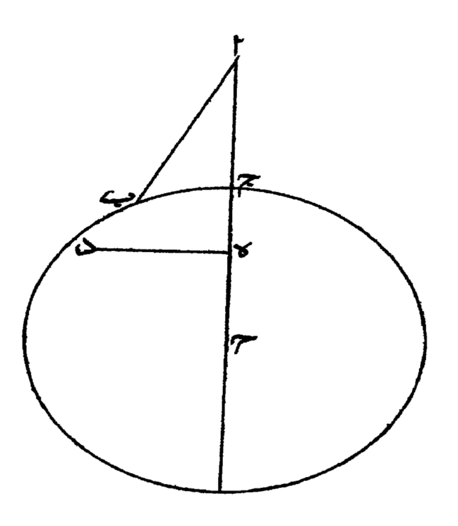
(ا) خيال كل نقطة في المخالف الاغلظ ابعد عن سهم المخروط المتشكل بين البصر والكرة منها فلنعد الشكل المتقدم وليكن * ب ه * خط انعطاف وليكن * ه * على سهم * ا ج ح * خارج الدائرة ونخرج * ا ب * اخراجا وليقطع المحيط على * ر * فجميع نقاط * ب ه * ترى من سمت ا ب * ونخرج من * ح * نصف القطر القائم على * ا ح * وليقطع * ب ر * على * ل * و * ب ه * على * ك * فل * اعنى خيال * ك * ابعد عن السهم ولان الخطوط الخارجة من * ح * انما تلقى * ب ه * قبل * ب ر * فلنعلم نقطة * ن * بين * ب ك * ونصل * ح ن * ونخرجه الى يلقى * ا ب * على س * فس * خيال * ن * ونخرج من * س ن * عمودين الى * ا ح * فتكون نسبة الخارج من * س * الى الخارج من * ن * مثل * ح س * الى ح ن * فس * ابعد عن السهم من * ن * وكذلك في جميع النقاط وان كان المخالف الطف فيكون خيال جميع النقاط اقرب الى السهم *

(ب) واستبان مما ذكرنا ان الخيال يكون ابدا ابعد عن المركز في الاغلظ واقرب في الالطف *

(ج) واستبان ايضا ان نقاط كل من خطوط الانعطاف يكون خيال الابعد منها عن * ب * ابعد عن السهم وفي الالطف اقرب *

(د) خيالات نقاط * ب ه * بعضها في الكرة وبعضها خارجة وبعضها عند سطحها لانا نصل * ح ر * وليقطع * ب ه * على * م * فتكون * ر * خيال

الشكل ١٧٤



خيال * م * وتكون خيالات نقاط * ب م * على * ب ر * داخل الدائرة وخيال * م * عند سطح الكرة وخيالات سائر نقاط * م ه * خارجة عنها وان امتد خارج الكرة الى غير نهاية سوى نقطة واحدة *

الحكم الخامس

(ه) يخرج من * ح * خط * ح د * موازيا * لا ر * ونخرج * ب ه * مجاوزا عن * ا ج ح * فنقطة * د * يكون خيالها غير محدود والنقاط التي بين * د ه * تكون خيالاتها من وراء البصر وخيال * ه * مركز البصر وخيالات النقاط التي من وراء * ه * جميعا قدام البصر من دون سطح الكرة وفي الالطف تكون خيالات جميع نقاط * ب ه * الداخلة داخلة *

الحكم السادس

(و) نخرج * ح ل * في الجهتين الى المحيط فينصف دائرة الفصل * (اقول) فخيال كل نقطة في النصف الذي يلي * ا * يكون ارفع منها وخيال كل نقطة في النصف الآخر اخفض منها هذا في الاغلظ وفي الالطف بخلاف ذلك وخيالات نقاط هذا القطر في رتبتها فيها وذلك لان موقع العمود من س * على * ح ج * في الاغلظ * ارفع من موقع العمود من * ن * لكونه اقرب من * ا * وبين انه ان كان في النصف الآخر كان الحكم بخلافه وان كان على القطر فالحكم ابين وقس عليه الالطف * ﴿الشكل - ١٧٦﴾

الحكم السابع

(ز) النقاط المتساوية الارتفاعات عن قطر * ح ل * يكون خيال الاقرب منها الى السهم اقل ارتفاعا من خيال الابعد في الاغلظ وكذا خيالات المتساوية الانحطاطات فان خيال الاقرب منها الى السهم يكون اقل انحطاطا وفي الالطف بعكس ذلك والبيان ظاهر *

الحكم الثامن

(ح) النقاط التي على * ب ه * على ثلثة اقسام فاما التي بين * ب ه * فانها تدرك محفوظة الاوضاع واما التي من وراء * ه * فان المتباينة منها ترى

متياسرة وبالعكس واما * ه * فانها ترى دائرة كما تقدم هذا في الاغلظ فاما في الالطف فلا يعرض ذلك *

الحكم التاسع

(ط) نعود الى الشكل المورد اول الفصل فنقول ان نقاط قوسى * م ك * ل ط * يرى كل منها اثنتين ومن موضعين من القطعة المقابلة وكذا كثير من النقاط الداخلة والخارجة وليقطع خطا * د ك * ه ل * السهم على * ن * ومحيط المجسم المتوهم من المخروطات المنعطفة التامة خارج الكرة على س ع * وداخلها على * ق ص * وندير الشكل على سهم * ا ن * فيحدث سطح ن د ه * مجسما جميع نقطه تدرك واحدة ويحدث مثلثا * ع ن ف * س ن ص * مجسما جميع نقطه تدرك ثنتين ويحدث سطح * ق ع ن س * مجسما جميع نقطه تدرك ثلثة سوى التي على السهم *

الحكم العاشر

(ى) جميع نقاط الحلقة المذكورة لا يدركها البصر بانعطاف واحد وكذا جميع النقاط التي تحجب عن البصر بجسم المخالف وتكون في الفرجة التي ليست تشغلها المخروطات المنعطفة ولا مقابلاتها *

البحث الثالث

المبحث الثالث في احكام خيال الخطوط

وذلك يتعلق بالوضع والقدر والهيئة والعدد *

والخط لا يخلو اما ان يكون في سطح الانعطاف اوعمودا عليه اومائلا فاما في الاول فاحكام الوضع خمسة *

الحكم الاول

(ا) نعيد الدائرة والسهم * د ا ب * فالخط الذى يكون عمودا على نقطة بين * ح * من السهم انما يرى على استقامته فيها وذلك بين *

الحكم الثاني

(ب) والذى يكون عمودا على نقطة بين * ح ج * مثل * د ه * فانه يرى في الاغلظ مائلا الى فوق لكون * د * ارفع من * ه * وفي الالطف بالعكس

بالعكس *

الحكم الثالث (ج) والعمود على نقطة من وراء * ح * فانه يرى فى الاغلظ مائلا الى اسفل وفى الالطف بالعكس *

الحكم الرابع (د) وقد يرى فى الاغلظ المائل الى فوق فى النصف الابعد عمودا ومائلا الى اسفل والمائل الى اسفل فى النصف الاعلى عمودا ومائلا الى فوق واعكس الحكم فى الالطف *

الحكم الخامس (ه) هذه الخطوط ان كانت فوق النقطة التى عليها يلاقى الخط المنعطف سهم * اح * فترى مستوية غالبا والانعكوسة غالبا فاما فى الالطف فتكون ابدا مستوية *

واحكام القدرستة

الحكم الاول (ا) ان انصاف الاقطار التى اطرافها على القوس التى بين * ج * ونقطة التماس فانها ترى على اقدارها لكون طرفى الجميع مرئية بخطى * ح ا * * ا ب * المستقيمين الابقدر ما يوجبه توهم زيادة البعد *

الحكم الثانى (ب) ان اجزاء انصاف الاقطار التى اطرافها المركز انما ترى فى الاغلظ اعظم لكون * ح * مرئية فى موضعها والطرف الآخر ابعد عن المركز وفى الالطف بالعكس *

الحكم الثالث (ج) ان الاجزاء التى اطرافها عند المحيط وفيما بين * ج * ونقطة التماس انما ترى فى الاغلظ اصغر وفى الالطف اعظم *

الحكم الرابع (د) ان سائر الاجزاء التى لايتحدد طرفاها باحدى النقطتين لا بد ان يرى بعض منها اصغر وهى فى لاغلظ مما يلى المحيط وفى الالطف مما يلى المركز وبعض اعظم وذلك بالعكس وبعض على ماهو عليه وهو كل جزء

يكون مركبا من جزئين احدهما ممايلى المحيط والآخر مما يلى المركز وهما متكافيا التفاوت فى الصغر والعظم فلتطلب تلك الاجزاء *

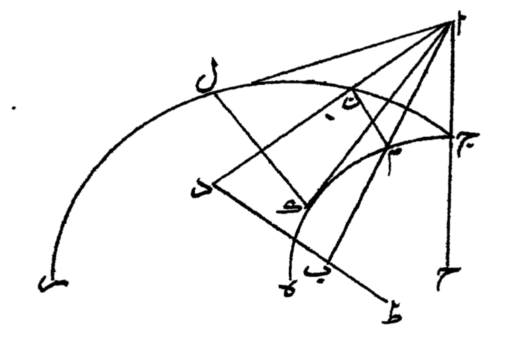
الحكم الخامس (ه) نعود الى الشكل الثانى من الفصل وليكن الخلف اغلظ فالاعمدة التى تفرض على * اح * فى مثلث * اب ه * والسطح المقابل له بعد امتداد ب ه * جميعها متساوية لكونها مرئية بزاوية * ج اب * وبالقياس الى بعد اعظم الابقدر ما يوجبه توهم زيادة الابعاد فى الاعمدة المتباعدة ﴿الشكل - ١٧٧﴾ واذ ذاك لجميع تلك الاعمدة ترى اعظم مما هى عليه الا بعض ما فى السطح المقابل وما كان منها اقرب من * ه * فان عظمه اعظم وان كان الطف لجميع الاعمدة ترى اصغر وما بعد من * ج * فانه اصغر مما قرب منه اذا تساويا وقس عليه الخطوط المائلة *

الحكم السادس (و) ان انصاف الاقطار التى تنتهى اطرافها الى القطعة التى تجتمع فيها الاضواء المنعطفة ترى اعظم وكذا جميع اجزائها وان اخرجت عن الكرة الا التى تقع فى انفرجة وفى الالطف بالعكس *

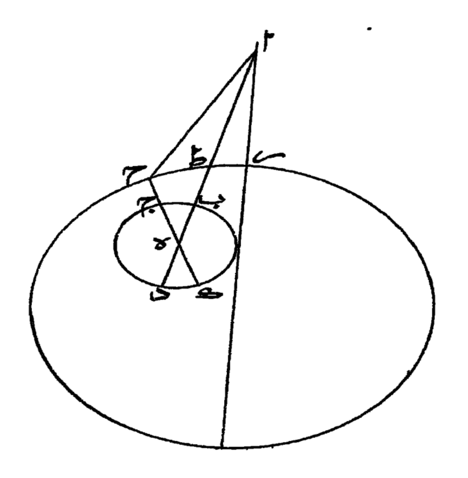
واحكام العدد اثنان

الحكم الاول (ا) نعود الى الشكل الذى فى اول الفصل فنقول ان قوسى * م ك * ل ك * يدرك كل منهما ثنتين وكذا جميع اجزائهما وكثير من الخطوط التى تكون داخل الكرة وخارجها وهى التى يشتمل عليها مجسم مثاثى ع ن ف * س ن ص * الا ان واحدا منهما يدرك مستويا والآخر معكوسا وفى جهة المستوى من السهم والاقرب منه الى السهم ابعد والابعد اقرب فاما التى يشتمل عليها مجسم سطح * ق ع * ن س * فانها تدرك ثلثة مستوية فى الاوسط ومعكوسة فى ما يليه من الاجوف

٢الشكل ١٧٧٤



الشكل ع١٧٨



والاقرب منه الى السهم ابعد والابعد اقرب ومعكوسة اخرى فى الحواشى والاقرب منه الى السهم اقرب والابعد ابعد واما التى يشتمل عليها مجسم د ن ه * فانها تدرك واحدة ومستوية *

الحكم الثانى
(ب) الخطوط التى بعضها فى الحلقة اوالفرجة فانما يدرك منها البعض الآخر فقط *

(واحكام) الهيئة بالجملة هي ان المستقيم يدرك مستقيما (١) اذا كان على استقامة القطر وسائر الخطوط تدرك على هيئات شتى خارجة عن الضبط *
(واما) فى الثانى اعنى ان يكون الخط عمودا على سطح الانعطاف فاحكام الوضع ثلثة *

الحكم الاول
(ا) نفرض البصر * ا * ومركز الكرة * ح * و * ج * موضع السهم من سطحها وليكن * ب د * عمودا على سطح الانعطاف و نقطة * ب * عليه وليكن فصل انعطافى * ب د * قوسي * ج ه * ج ر * ونصل * ا ب * ا د * وتفرض نقطتي * ب د * متساويتي البعدين من العظيمة التى السهم عمود عليها و * ا ب * اصغر من * ا د * فد * ابعد عن السهم فان كان المخالف اغلظ والبعد ارتفاعا كان * د * ارفع رؤية والخط مائلا الى فوق وان كان الطف فبالعكس * الشكل ٢٨١

الحكم الثانى
(ب) وان كان البعد انحطاطا * فدا * خط فى الاغلظ والخط مائل الى اسفل و فى الالطف بالعكس فان اخرج * د ب * مستقيما الى * ط * مثلا رؤى خطين محيطين بزاوية عند * ب * فان كان * د ط * ارفع من العظيمة كانت الزاوية فى الاغلظ مما يلى * ا * وفى الالطف بخلافه وان كان احط فبالعكس فيهما *

---

(١) ن — مستقيما غالبا *

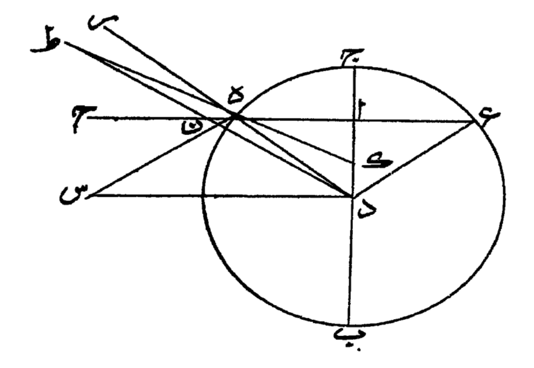
(ج) وان كان * د ب ط * فى سطح العظيمة فانه يرى على وضعه فيها وقس على ما ذكر فى الاول حكم الاستواء وعكسه والعدد وعدم الادراك بالجملة او بالبعض فاما احكام الهيئة فهى غير مضبوطة الا ان اجزاء الخطوط المستقيمة التى تدرك فى وسط القطعة المقابلة تكون مستقيمة والتى تدرك من الحواشى فتكون منحنية وحكم القدر ان يرى اعظم فى الاغلظ واصغر فى الالطف فليكن الشكل بحاله والمخالف اغلظ ونقطتا انعطاف * ب د * ك ل * ونقطتا تقاطعى خطى * ا ب * ا د * مع فصلى انعطافيهما * م ن * ونصل * م ن * ك ل * فنقطتا * م ن * اقرب الى السهم من * ك ل * وكما ان * ك * اقرب الى * ج * من * ل * فم * اقرب اليها من * ن * و * م ن * يوازى * ك ل * حسا وزاوية * م ان * التى بها يرى خط * ب د * بالاستقامة اصغر من * ك ا ل * التى بها يرى بالانعطاف والبعد المتوهم بحاله * فب د * يرى اعظم للسببين ولا شك ان الخط ان كان منحطا فالابهام يكون اشد لانحطاط الخط مرة وانحطاط خياله اخرى وان كان الطف فيرى اصغر للسببين ايضا وذلك بين واما فى الثالث وهو ان لا يكون الخط فى سطح الانعطاف ولا قائما عليه فالحكم موكول الى نظر المتأمل لما سلف *

﴿ حكم خط يدور على منتصفه ﴾

اذا كان فى المخالف دائرة مثل * ب ن د * فى سطح انعطاف ولا يقطعها سهم المخروط فان قطر اواحدا من اقطارها وليكن * ب د * اذا فرض دائرا على المركز دورة تامة فانه تارة يرى بالانعطاف فاقدر دون ما يرى بالاستقامة وتارة بالعكس وتارة محفوظ الجهتين وتارة غير محفوظهما فليكن

مركزها

٢الشكل ١٧٩٤



مركزها * وتصل * ا ه * وتخرجه الى * د * وليقطع دائرة الفصل وليكن
ل ح * على * ظ * والدائرة الصغيرة على * ب د * و لتنعطف صورة * ه
الى * ا * من * ح * ونصل * ا ح * ح ه * وليقطع خط * ح ه * محيط
الصغيرة على نقطتى * ج ك * فاذا فرضنا قطر * ا * منطبقا على * ب د * فانه
يكون غير ذى مقدار بالاستقامة وذا مقدار بالانعطاف واذا دار على مركز
ه * على توالى * ب ج د * فاذا انطبق على * ج ك * كان غير ذى مقدار
بالانعطاف ذا مقدار بالاستقامة * الشكل ١٨٦ * فاذ يجاوز
ه * ذا مقدار صار بالوجهين وكان بعيد المجاوزة اصغر مما هو عليه ضرورة
ثم يصير اعظم الى غاية ما ثم يتناقص وتلك الغاية يمكن ان تكون التساوى
ويمكن كونه اعظم واصغر ومما ذكرنا يعلم ما فى المقصد الخامس والسادس
من الفصل السادس واذا احكمت ما سبق فى ادراك اجزاء نصف القطر
اعظم واصغر ومساويا واخوات ذلك لم يشكل عليك تفريع هذه الاحكام
ويكون القطر فى بعض هذه الاوضاع وهى ان يكون طرفه بين نقطتى
ج د * محفوظ الجهتين وفى بعضها وهى ان يكون طرفه بين نقطتى * ب ج
بخلاف ذلك *

(حكم آخر) فان كانت الدائرة قائمة على سطح انعطاف واحد فقط بحيث
يكون الخط الخارج من البصر الى مركزها عمودا عليها و يكون مركزها
فى سطح الانعطاف فان قطرها الذى يكون عمودا على سطح الانعطاف
يرى اعظم و الذى فى السطح يرى تارة اعظم وتارة اصغر وتارة كما هو
واذا دار القطر فالخيال فيما بين الوضعين يختلف اختلافات يعسر تحصيلها فتارة
يتعاظم وتارة يتصاغر وتارة يبقى على حاله ويمكن للطالب ان يتوصل اليها

بالاصول السابقة *

البحث الرابع فى بعض احكام خيال السطوح

لتكن دائرة قائمة على سطح انعطاف كما مرفا لقطر العمود عليه يرى اعظم فان كانت مرتفعة بجملتها و القطر المنطبق اصغر مماهو عليه فيكون شكل الدائرة كبيضي مركب من قوسين مختلفتى السهمين اصغر هما سهماما يلى محيط الكرة وكذا ان كان القطر المنطبق مساويا اواعظم دون عظم نصف القطر العمود وان كان مثله فى العظم فيكون دائرة صحيحة اعظم مماهى عليها وان زاد عليه عظما كان شبيها ببيضي وقس حكم الا لطف على ما سبق من احكامه وانما اوجزت الكلام فى هذا الفصل لان المواضع المجملة منه مفصلة مع الاعتبارات الموقعة لليقين فى ذيل الكتاب *

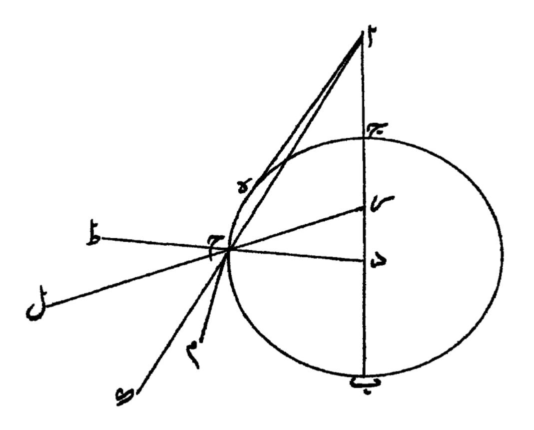
الفصل الثالث فيما يتعلق بالمستدير السطح

اذا كان مقعره ممايلى البصر

ولنبحث فيه عن غاية عظم الانعطافية وما يلزم من اشكال الجسم المنعطف وغيره اذا كانت نقطة مضيئة داخل تقعير دائرة متباينة عن المركز فان كانت داخل الدائرة فعظمى الزوايا العطفية عند المحيط هى التى عند البعد الاوسط للنقطة المضيئة على مابين فى المجسطى ويتصاغر ماعداها من جهتى الاوج والحضيض الى ان يتقدم(١) عندهما وان كانت النقطة المضيئة على المحيط فالعظمى هى التى عند اقرب نقطة اليها من المحيط وان كانت خارجة فالعظمى هى التى عند اقرب نقطة الى موضع التماس بين الخط الخارج من المضيء و المحيط واعنى بالاقرب التى تكون من خلاف جهة المضيء ليكن * ا * نقطة مضيئة و فصل الانعطاف على المخالف دائرة *ب ه ج

(١) كذا و لعله — ينعدم — ح *

الشكل ع١٨٠



ومركزها * د * فا * اما ان يكون عند المركز اولا و الثاني اما ان يكون داخل الدائرة اولا فان كانت عند * د * فالاضواء التي تمتد الى جميع نقاط الفصل تنفذ مستقيمة ولا ينعطف شيء منها وان لم كن عند * د * وكانت داخلة الدائرة فنصل * د ا * ونخرجه من الطرفين الى * ب ج * وليكن المخالف اغلظ و البعد الاوسط * ك ه * ونصل * د ه * ا ه * ونخرجها الى * ر ح * فا ه * ينعطف من * ه * الى جهة * ه ر * على اعظم انعطافية تكون ولكن مثل * ه ط * فاذا فرضنا ان خط * ا ه * يدور في سطح الدائرة على مركز * ا * نحو * ج * تصاغرت العطفيات و الانعطافيات الى ان تتقدم عند * ج * ﴿الشكل - ٨٠﴾ وكذا لو دار نحو * ب * فالاضواء النافذة في القطعة الاوجية تتسع وتنعطف من عند المبادى على مخروطات ناقصة اصغر قاعدتيها المبادى ورؤسها فيما بين * ا د * لان الخطوط المنعطفة لبست تصل الى عمود * ه ر * والتي مباديها اعظم فرؤسها اقرب من * د * ولنخرج * ه ط * الى ان يلقى * ا د * على * ك * والاضواء النافذة في القطعة الحضيضية تتضايق وتنعطف على مخروطات ناقصة اصغر قاعدتيها المبادى ورؤسها اما وراء نقطة * ك * والتي مباديها اعظم فرؤسها اقرب من * ك * وان كانت * ا * على المحيط فجميع اضوائها تتسع من تقعير الدائرة ويكون جميع المخروطات المنعطفة كما في القطعة الاوجية في الفرض الاول ورؤسها جميعا فيما بين * ا د * وان كان المخالف الطف فالحال على العكس اعني انه يكون في الاول الاضواء الاوجية متضايقة والحضيضية متسعة وفي الثاني جميعها متضايقة ولا يخفى ان خيالات النقاط في الاول اذا كان المخالف اغلظ يكون جميعها من وراء السطح الكرى واقرب الى البصر

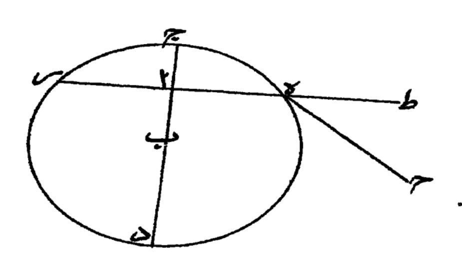
من النقاط لا نانمين على * ه ط * نقطة * ط * كيف وقعت و نصل * د ط *
فلان خطى * د ه ** ه ط * يحيطان بزاوية * ه * مما يلى الاوج * فد ط *
يقطع قوس * ه ب * فيما بين * ه ب * وخط * ه ح * على نقطة اقرب
الى المحيط من * ط * و لتكن * ن * و ان كان الطف فيكون جميعها من
وراء السطح الكرى الا ان بعضها غير محد ود و بعضها قدام مركز البصر
و البعض من ورائه و لينعطف * ا ه * على * ه س * و يخرج * د س
موازيا * لا ه * فهو يقطع * ه س * ضرورة وليكن على * س * فنقطة
س * ترد الى البصر من * ه * و خيالها غير محد ود والنقطة التى فيما بين
ه س * فان خطوط خيالها تلقى * ا ح * على نقطة ابعد منها عن المحيط
ضرورة وتكون قدام البصر والتى من وراء * س * فكذلك لكن الخيال
يكون من وراء البصر ومن وراء السطح ابدا لانها لوا مكن ان تكون
عند السطح اخرجنا * ه ا * الى ان يلقى المحيط من الجهة الاخرى على * ع *
ووصلنا * د ع * وكان * د ع * خط خيال تلك النقطة لكن خطا * ع د
ه س * هما موضوعان على التباعد فى جهة * د س * لان زاوية * د ع ا *
اعنى * د ه ا * عطفية واعظم من زاوية * ح ه س * انعطا فيتها فلا تصل الى
ه س * ابدا فى تلك الجهة وان كان * ا * خارج الدائرة وكان الجسم الذى
فيه * ا * متصلا الى التقعير فنصل * ا ح د ب * ونخرج من * ا * خط * ا ه *
عاس الدائرة على * ه * وليكن * ح * نقطة تحت * ه * وفى غاية القرب منها
ونصل اح * د ح * ونخرجها الى * ك ط * فلان المخالف اغلظ * فاح *
ينعطف الى جهة * ح ط * مثل * ح ل * و يكون الانعطاف فى الغاية
وسائر الاضواء المنتهية الى قوس * ح ب * تنعطف كذلك لكن انعطافاتها

تتصاغر

الشكل ١٨١

ب * وخط

ن * وان س



تتصاغر الى ان تنعدم عند * ب * ونخرج * ل ح * الى ان يلقى * د ا * على ر * فالمخروطات المنعطفة جميعها ناقصة اصغر قاعدتيها المبادى ورؤسها جميعا فيما بين * ا ر * وان كان الخالف الطف فيكون * ا ح * الى خلاف جهة العمود مما يلى قوس * ج ب * مثل * ح م * فتكون زاويتا * د ح م * ح د ب * اما اعظم من قائمتين فيكون المنعطف مخروطا ناقصا رأسه من وراء * ا * واما قائمتين فيكون اسطوانة او اصغر من قائمتين فيكون مخروطا تاما رأسه على خط * ا ب * تحت نقطة * ي * وكذا القول فى سائر الاضواء المنتهية الى قوس * ح ب * فالاضواء المنتهية الى المبادى تحدث بالانعطاف ثلثة اصناف من المجسمات و يكفى فى بيان ذلك مامر فى الفصل الثانى ﴿ الشكل ٨١٢ ﴾ ولما كانت مباحث هذا الفصل مما يمكن للفطن التوصل اليها من مباحث الفصل الثانى وكانت قليلة الجدوى تجنبنا التطويل واكتفينا منها بايراد مسئلة تمس الحاجة اليها *

(المسئلة) نفرض * ا * مركز البصر على خط الاستواء و * ب * مركز العالم ونصل * ا ب * وننفذه فى الجهتين الى مقعر السماء وليقع على نقطتى ح د * وليكن * ج * سمت الرأس ولتكن دائرة * ج ه د * اول السموت و * ه ا ر * خط المشرق والمغرب بجميع الاضواء الممتدة من * ا * الى قوس * ج ه * منعطفة فى السماء الى ضد جهة العمود وكلما قربت من ه * عظم الانعطاف وغايته عند * ه * فيتسع مخروط الشعاع الذى قاعدته قوس * ج ه * والاتساع فيما يلى * ه * اعظم فالخطوط التى تقوم على الاعمدة الخارجة من مركز العالم على قوائم وتقع فى هذا القسم من مخروط الشعاع تدرك اصغر وكلما كانت اقرب من الافق كانت اصغر ولانشعاع

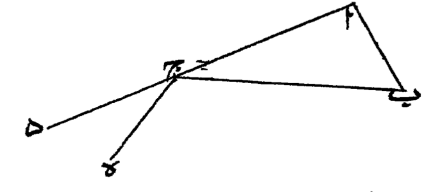
ا ه * ينعطف الى ضد جهة العمود وليكن على * ه ح * فهو تحت الافق المرئى ونخرج * ا ه * الى * ط * اخراجا فكلما كان الكوكب على اول السموت وابعد عن سطح السماء القمر كانت القطعة من مداره التى فيما بين خطى * ه ط * ه ح * اعظم والكوكب مالم يجاوز * ه ح * لا يغيب عن النظر فيكون بعد مجاوزته خط * ه ط * اعنى سطح الافق بعد مدركا واصغر الى ان يوافى * ه ح * وحينئذ يكون فى غاية الصغر ﴿ الشكل - ١٨٢ ﴾

ويتمثل ماذكرنبين ان قوس * ه د * اوجزءا منها يلى * ه * لوكانت مدركة لكانت الخطوط الخارجة من * ا * اليها منعطفة نحو خط * ا د * وكلما كانت اقرب من * ه * كان الانعطاف اعظم فيتضايق مخروط الشعاع الى ا د * والتضايق فيما يلى * ه * اعظم فتدرك الخطوط التى تقوم على الاعمدة الخارجة من مركز العالم على قوائم الواقعة فى هذا القسم من مخروط الشعاع اعظم واعظمها التى تلى * ه ح * فلوكان الكوكب المتحرك على السمتية المذكورة مدركا بعيد مجاوزته * ه ح * لكان حينئذ مدركا فى غاية من العظم وقبيل ذلك فى غاية من الصغر واذا كان مركزه على * ه ح * كان النصف الذى يلى * ط * مدركا فى غاية من الصغر والنصف الآخر فى غاية من العظم وهذا مما يستغرب ايضا *

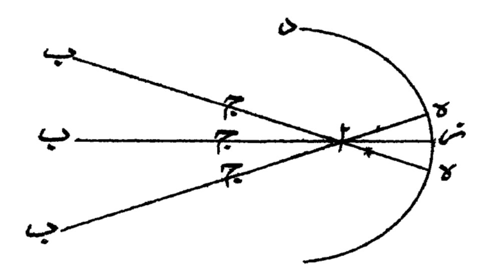
﴿ لطائف ﴾

واذ قد علم حال اجتماع مخروط الشعاع بسبب تحدب المخالف واتساعه بحسب تقعيره فى الاغلظ وبالعكس فى الالطف فقد علم ان الحدبة اذا كانت مستطيلة حدث اجتماع على الاستطالة وان كانت كالحلقة فكذلك وعلى ذلك يقاس حكم التقعير فلذلك اذا نظرت الى قرار ماء صاف متموج على نظام

الشكل ١٨٢



الشكل ١٨٣



نظام رأيت فيه اضواء ممتدة على الاستطالة على هيئة التموجات واظلالا فيما بينها على الولاء وكثيرا ما توجد فى سطوح المياه الجارية على وفق تقعيرات كرية فتحدث بسبب ذلك فى قرار الماء اظلال مستديرة كالدراهم وقد تحيط بها حلق اضواء قوية للتحديب المستدير حوالى التقعير وتكون متحركة بحركة الماء فاذا بطل التقعير بطل الظل وهذه من الاظلال التى لم يظلها كثيف وعلى ذلك فقس اظلالا واضواء تحدث من الانعكاسات على ما يشاهد من سطوح المياه المتموجة على نظام ما يقابلها من المواضع التى تخلو عن اضواء قوية *

مسئلة

كل جسم مخالف غاظ قوبل به البصر ويكون ما يقابل البصر من سطحه محدودا اعنى انه يدرك نهاياته فانه يحجب شيئا مما وراءه البتة الا اذا كان السطح مقعرا ومركزه بين البصر والسطح فليكن البصر * ا * فان كان السطح مستويا فليكن * ب ج * فصل انعطاف و * ج * عند نهاية السطح ونصل * ا ج * وننفذه الى * د * فلان * ا ج * ينعطف الى جهة العمود على مثل * ج ه * فتبقى بين * ج ه * ج د * فرجة لا يصل اليها شعاع * ا * لا بانعطاف ولا على استقامة فتستتر عن البصر وان كان كريا محدبا فقد تبين وان كان كريا مقعرا والبصر بين المركز والسطح فلمثل ماذكرنا فى المستوى وذلك ما اردناه فهذه المعانى هى التى قصدنا بيانها فى الخاتمة

* الشكل - ١٨٣ * واذ قد أتينا على جميع ذلك فلنشرع فى تحرير ذيل الكتاب حامدين الله تعالى على نعمه السابقة ومننه الملاحقة ومصلين على نبيه وصفيه محمد المبعوث بالمعجزات الظاهرة وعلى صحبه وعترته

الطاهرة وسلم تسليما كثيرا دائما ابدا والحمد لله رب العالمين*

بسم الله الرحمن الرحيم

اما بعد حمد الله ولى التوفيق والرشاد والصلوة على من ارسله بالهدى ودين الحق محمد المبعوث للوعد والايعاد وعلى آله وصحبه صلوة باقية الى يوم التناد ـ فان الآثار العلوية من عجب صنع الله تعالى وغريب مقدرته واسبابها خافية عن الابصار مشتبهة على النظار ولا كأثرى القوس والهالة منها فان الاقدمين قد بذلوا فى تحصيلها اجتهادهم وحققوا ماادى اليه انظارهم وافكارهم من ذلك على طول الزمان وتماضد الاعوان واتمام الخلف لما ابتدأه السلف وقد تقرر عند العقول اكثر ما قالوا فى اسبابها ماعدا الاثرين فان المنقول فيهما عنهم ناب عن القبول والحيرة على حالها بل اشد لتوارد الاشكالات عليه مع ما يلزم من ذلك خلاف العيان ومايناقض البرهان فاستمنت بولى الهداية فى كشف الستر واجتلاء الامر فجلا عن وجه لم يشبه تلك الشبهة وفتح بابا نرجو منه الاصابة فرأيت ان اثبت ذلك فى اوراق واجعلها ذيلا لتنقيح المناظر لكونه حقيقا بذلك فشرعت فيه مستمينا كل الاستمانة بالواحد الحق ومتشبثا بذيل اتباع نبيه العامل(١) بالصدق ونعم المعين ولا يدلنا اولا من تتبع كلام الاقدمين فنتحرى منه ماينسب الى افضل من تكلم فيها وذلك امامن حيث النظر التعليمى فابن الهيثم وامامن حيث النظر الحكمى فالشيخ الرئيس اعلى الله درجته ونورد من كلامه ماذكره فى كتاب الشفاء وما غنانا بعدهما عن سائر الرسالات والمقالات المؤلفة فى الآثار العلوية فنورد اولا مقالة ابن الهيثم رحمه الله فى الاثرين محررة ثم ماذكره الشيخ فى الشفاء *

قال

(١) ن ـ القائل *

(قال ابن الهيثم) كل معنى يبحث عن حقيقته فانما يجث عنه بالنحو المجانس لنوعه ان كان بسيطا فبنظر بسيط وان كان مركبا فبنظر مركب ومما تتطلع النفوس الى علمه وتكثر الحيرة عند الفكر فيه الأثران المسميان الهالة وقوس قزح وهذان الاثران يوجدان ابدا فى الهواء الغليظ ويكونان متشكلين بشكل لازم لنظام واحدا ما الهالة فتكون ابدا على شكل دائرة مالم يعرض لها عارض يغيرها واما القوس فتكون ابدا على شكل قطعة من دائرة فلان الموضوع لهما هو الهواء وجب ان يكون النظر فيهما نظرا طبيعيا ولان شكلهما مستدير وجب ان ينظر فيهما ايضا نظرا تعليميا فلذلك صار النظر الذى به يبحث عن حقيقة هذين الامرين مركبا من طبيعى وتعليمى فلنقل فيهما قولا باحثا عن حقيقتهما على نحو ما تقتضيه الامور الطبيعية والاصول التعليمية وبحسب ماهو مطابق للموجود من امرهما *

اما ما يوجد من الامور الطبيعية عند التتبع والاستقراء فكل جسم متكاثف مشف يكون وراءه اومقابلا له جسم مضيء اومتلون فان الناظر اليه يرى الجسم الذى وراءه ويرى ايضا الجسم المقابل له اما الذى وراءه فلان المتوسط له الذى بين البصر والمبصر هو جسم مشف واما المقابل له فلان الجسم الرطب الكثيف المتشابه الاجزاء يكون كالمرآة التى يرى فيها كل ما يقابلها وكل ما يرى فى جسم من الاجسام الرطبة الكثيفة على كلا الوضعين فان لونه حينئذ يظهر فى الموضع من سطح الجسم الذى فيه يرى المبصر واذا كان الجسم ليس فى غاية الشفيف اوسطحه ليس فى غاية الملاسة كان مايرى فيه مشتبها لامحققا وكل مايرى فى الاجسام الرطبة الكثيفة فان لونه يظهر ملتبسا بشيء من لون الجسم الرطب وكل ماكان الجسم اقل شفيفا

واصدق لو ناكان مايرى فيه من الالوان اشد التباسا واما ماتوجبه الاصول التعليمية فكل جسم رطب متكاثف مشف فان شعاع البصر اذا خرج على استقامة حتى ينتهي الى سطحه فانه ان كان عمودا على سطح ذلك الجسم فانه ينفذ على استقامته وان لم يكن عمودا فانه لا ينفذ على استقامته بل ينعطف عند الالتقاء الى ناحية العمود الخارج من موضع الالتقاء على سطح ذلك الجسم *

(اقول) انما ذكر انعطاف شعاع البصر لينبه بذلك على ورود الصورة على ذلك السمت بعينه .

(قال) وكل جسم رطب متكاثف املس فان شعاع البصر اذا انتهى اليه انعكس منه على زوايا مخصوصة وكل شعاع ينكسر فانما ينكسر فى السطح القائم على السطح الذى ينكسر منه على زوايا قائمة *

(اقول) يجوز ان يحمل الانكسار على مايعم الانعكاس والانعطاف *

(قل) وكل شعاع ينكسر ويكون على هيئته فانه يدرك ما يلقاه من المبصرات ادراكا صحيحا وكل شعاع تتغير هيئته بعد الانكسار فليس يدرك به شيء محصل وكل مايدرك لشعاع منكسر فانه يرى على استقامة الشعاع الاول وكل شعاع ينكسر من سطح في غاية الصغر بالاضافة الى المبصر فانما يظهر فيه لون المبصر لاشكله واما ما هو موجود من امر هذين الاثرين فانهما يوجدان ابدا مع وجود هواء غليظ رطب كالسحاب اوما يقوم مقامه ويوجدان ابدا فى ذلك الهواء *

(قول) الحصر ممنوع كما سنذكره *

(قل) وليس كل مايوجد هواء غليظ بل اذا كان جرم من الاجرام المضيئة حاضرا

حاضرا مع الهواء الرطب الغليظ وليس كيف ما اتفق بل على وضع مخصوص اما اذا كان الهواء الغليظ متوسطا بين ابصارنا و بين الجسم المضيء وذلك فى الهالة اما اذا كانت ابصارنا متوسطة بينهما فذلك فى القوس وليس فى كل وقت يتفق هذان وعلى هذا الوضع ايضا بل فى وقت دون وقت الا انه على تصريف الاحوال لا يوجدان الا فى الهواء الغليظ مع حضور الجسم المضيء فلما كان ذلك كذلك وكان من الممكن ان يعرض من اجتماع السحاب والجرم المضيء مثل هذين الاثرين ولم يكن هناك سبب آخر يحتمل ان ينسب اليه وجب ان يكون الذى منه يتقوم هذان الاثران هو السحاب اوما يقوم مقامه والجرم المضيء ولما كان ليس كل ما اجتمع هذان وجد الاثران بل اذا كانا جميعا معا يلين للبصر او كان البصر فيما بينهما وجب ان يكون السبب المفوم لهما هو ذلك الوضع ولانه قد توجد ايضا هذه كلها ولا يوجد معها هذان الاثران بل انما يوجدان معها فى وقت دون وقت وجب ان يكون هناك سبب آخر به يتم الاثر ولما كان الهواء المتأثر بهذا الاثر متشابه الاجزاء وليس جميعه متأثرا بل جزء منه وعلى وضع مخصوص لذلك الجزء من ابصارنا وكان يلزم فى الاجسام الرطبة ان ينعكس شعاع البصر من سطوحها الى المبصر ولا ينعكس الشعاع الا على وضع مخصوص ومن موضع مخصوص وان يرى ايضا لون المبصر فى الموضع الذى انعكس منه الشعاع وجب من اجتماع هذه ان يكون مايظهر من هذا الاثر انما يظهر لانعكاس شعاع البصر من الجسم الرطب الى الجرم المضيء *

(اقول) الملازمة ممنوعة لجواز ان يكون لانعطاف شعاع البصر فى الجسم

الرطب ووصوله الى المضيء كما سنبين ان شاء الله تعالى *

(قال) فالذى يتم به هذان الاثران مع وجود الهواء الرطب وحضور المضيء هو ان تكون هيئة السحاب هى الهيئة التى بحسبها ينعكس شعاع البصر من الجسم الرطب الى الجرم المضيء وان يكون وضعه الوضع الذى بحسبه يتم الانعكاس فى وقت ظهور الاثر فينبغى ان نبين كيف يكون انعكاس شعاع البصر من الهواء الرطب الى الجرم المضيء وعلى اى وضع يكون ذلك وكيف يعرض منه الاثران فلان الشعاع اذا انكسر انما ينكسر على زوايا مخصوصة وانما يدرك بعد الانكسار اذا كان باقيا على هيئته وجب ان يكون الجسم الرطب انما ينكسر الشعاع منه فيدرك ما ينتهى اليه اذا كان سطحه املس ذا نظام لان السطوح الملس الملتئمة هى التى يمكن ان يتوهم فيها خطوط تحيط مع خطوط الشعاع بزوايا مخصوصة ويمكن مع ذلك ان تكون الشعاعات التى تنكسر منها باقية على هيئتها بعد الانكسار وليس يمكن ذلك فى غيرها اعنى ان الشعاعات التى تنكسر من سطح ملتئم الى مبصر ما اذا توهمنا منها شعاعا يخرج من البصر الى نقطة من السطح وينكسر على زوايا مخصوصة الى نقطة من المبصر فان الشعاع الذى نتوهمه الى جنبه الذى ينتهى الى نقطة من السطح تلى تلك النقطة فانه ينكسر الى نقطة من المبصرات التى تلى النقطة الاولى فتكون الشعاعات بعد الانكسار على هيئتها قبل الانكسار وليس يمكن ذلك فى السطوح غير الملس لان اجزاءها اعنى الاجزاء الصغار التى ليس لها قدر عند الحس تكون مختلفة الوضع بعضها عند بعض فليس يظهر فيها لون المبصر وان ظهر كان فى غاية الضعف لان ما يظهر فيها يظهر فى كل واحد من السطوح على انفراده اذ هى مختلفة الوضع والشعاعات

المنكسرة

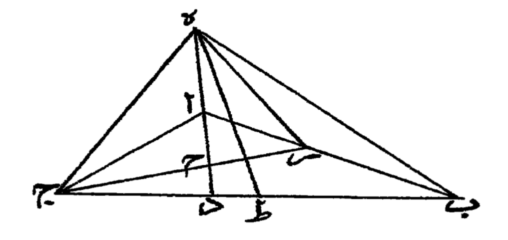
المنكسرة عنها مختلفة الوضع فهى تنتهى الى مواضع مختلفة مختلفة الالوان متفرقة فمايدرك منها يكون مختلف الالوان وكل واحد منها ليس له قدر عند الحس فليس يرى فى السطوح غير الملتئمة لون شيء من المبصرات وان رؤى كان فى غاية الخفاء والضعف فوجب ان يكون الجسم الرطب الذى يجوز ان ينعكس منه الشعاع و يظهر فيه لون المبصر هو الذى يكون سطحه املس او مؤلفا من اجزاء ملس ليست فى غاية الصغر وكلما كان اشد التئاما او الاجزاء التى منها يتألف اعظم قدرا كان مايظهر فيه اصدق رؤية وابين لونا وكلما بعد من الملاسة او صغرت الاجزاء التى منها يتألف كان ما يظهر فيه اشد التباسا واخفى لونا فالاثران اللذان ذكرنا انما يوجدان فى الهواء الرطب اذا كان متهيئاً بهيئة يمكن ان ينعكس منه الشعاع ويظهر فيه لون المبصر اعنى ان يكون له التئام اما فى سطحه الادنى اوفيما يليه وكلما كان الهواء المتأثر اشد التئاما كان الاثران اصدق لونا ولما كان الاثر المستدير لا يكون الا فى سطح مخصوص او سطوح متألفة تألفا مخصوصا فقد بقى ان نبين اى شكل من اشكال السطوح يحتمل ان ينعكس الشعاع منه مستديرا *

(فنقول) فى القوس ان هذا الاثر اذا كان من انعكاس الشعاع عن سطح الهواء الرطب و المبصر هو المضيء و الاثر لونه و معلوم من اصول الانعكاس ان الشعاع لا ينعكس من سطح مستو و لا محدب على ضروب التحديب الى مبصر واحد الا من موضع واحد وقدر ذلك الموضع على حسب قدر المبصر كما تبين ذلك فى موضعه من المناظر فلم يبق الا ان يكون ذلك السطح مقعرا يمكن ان نتوهم فيه قطعة من دائرة وان كان الاثر فى اجزاء صغار ملس فيجب ايضا ان يكون تألفها تألفا مقعرا يحتمل ان نتوهم

فيها بجملتها دائرة وانواع التقمير الذى يمكن توهم الدوائر وقطعها فيه
تختلف الا ان اشدها اتطاما واشبهها بالموجود من اجزاء العالم واولاها
بان يكون هذا الجسم متشكلا به هو شكل الكرة اذ كان ذلك شكل الهواء
والماء وشكل اجزاء العالم المحيطة بالهواء ولان البخار ايضا انما يرتقى من
سطح كرى الى سطح كرى وعلى وضع واحد من جميع الجهات وجب
ان يكون كريا مركزه مركز العالم وكل قطعة منه متهيئة هذه الهيئة اوقريبا
منها فلا شبه ان يكون تقميرا لهواء الرطب المذكور تقميرا كريا ولان وضع
هذا الهواء ليس بثابت بل قد يتزاحم وينتقل من جهة الى جهة اما بجملته
او ببعض اجزائه وعلى التقديرين فلا يصح الانعكاس المستدير من سطحه
وان كان ملتئما من سطوح متالفة ثم اذا كان بجملته اوقطعة منه حافظا لكريته
ولمكانه ايضا امكن ان ينعكس الشعاع عنه اوعن القطعة مستديرا بحسب
قدر القطعة ولا يضا اذا كان حفظ الكريته ولاى مكان فرض بل المكان
يكون مركزه على الخط الواصل بين مركزى البصر و المضىء متوسطا
بينهما ولان السحاب قريب من الوسط ليس يتباعد عن سطح الارض كثيرا
و المضىء متباعد جدا عن الوسط فالبعد بين البصر و المضىء اضعاف
مضاعفة للبعد بين البصر وسطح السحاب الكرى فاذا كان مركز السحاب
وليكن * ج * على الواصل بين مركزى البصر والمضىء فيما بينهما و ليكونا
ا ب * كان البعد بين مركزى السحاب والمضىء اضعافا مضاعفة للذى بين
مركزى البصر والسحاب وكان البعد بين البصر ومركز السحاب اقل من
نصف قطر السحاب ونتوهم قوس * ر د * فى السحاب الذى مركزه * ج *
ونخرج خط * ب ج ا * حتى يلقى القوس على * ر * نخط * ج ر * نصف

قطر

الشكل ١٨٤



قطر كرة السحاب اعظم من نصف قطر الارض و * ا ر * البعد بين البصر و سطح السحاب جزء يسير من نصف قطر كرة الارض *

(اقول) وذلك معلوم من علم الابعاد والاجرام فان * ا ر * اقل من سبعة عشر فرسخا و * ا ج * اكثر من الف فرسخ *

(قال) وان جوزنا ان يكون * ا ر * مقدار اعظما فليس يلزم ان يكون ابدا في غاية العظم بل قد يمكن ان يكون في بعض الاوقات يسيراً وان كان في بعضها كثيرا اذ ابعاد السحاب من الارض مختلفة واذا كان مقدار ايسيرا فتكون نسبة * ب ر * الى * ر ا * اعظم من نسبة * ب ج * الى * ج ا * سواء كان * ب ا ر * على سطح الافق او مقاطعا له مثل * ب ا ه * فان نسبة * ب ه * الى * ه ا * اعظم من نسبة * ب ج * الى * ج ا * وهذا الوضع فقط هو الذي اذا اتفق امكن ظهور الاثر فاما باقي الاوضاع فليس يمكن ذلك فيها وسنبينه في الشكل - كمد -

(اقول) وقد تبين (١) كيفية الانعكاس هاهنا على الوضع المذكور وامتناعه على سائر الاوضاع بما بين الانعكاس المستدير عن المرآة الكرية المقعرة وامتناعه والاولى بنا ان لا نوردها استغناء عما مر في الانعكاس لكنا نشير الى ذلك تذكرة لما سلف *

(فنقول) قد ثبت انه اذا كانت دائرة * ر د * فصل انعكاس والبصر على قطر المرآة فان جوز جميع النقاط على القطر ومركز الكرة متوسط بينها وبين بصر * ا * وليكن * ب * منها يرد الى البصر بالانعكاس من النقطتين من الدائرة وليكن احداها * د * وعن محيط دائرة على سطح المرآة قطبها * ر * وعمر بنقطة * د * ويكون نسبة لواصل بين * ب د *

(١) لعله -- بين -- ح *

الى الواصل بين * د ا * كنسبة * ب ج * الى * ج ا * و * ب د * دائما اصغر من * ا ب ر * و * د ا * اعظم من * ر ا * فنسبة * ب ر * الى * ر ا * ابدا اعظم من * ب ج * الى * ج ا *

(قال) فلا يصح الانعكاس على غير الوضع المذكور وهو ان لا يكون مركز السحاب على خط * ب ا * اوليس فيما بين البصر والمضيء او ليست نسبة * ب ر * الى * ر ا * اعظم من نسبة * ب ج * الى * ج ا * اما على الوضع الاول فلان نقطة الانعكاس لا تكون سوى واحدة وذلك لانا اذا اثبتنا خط * ا ب * وادرنا عليه شكل * ا د ب * تغير وضع سطح الانعكاس عند مركز السحاب اذ جميع السطح يتحرك سوى خط * ا ب * ومركز السحاب ثابت فيصير المركز بعد حركة السطح خارجا عن سطح الانعكاس والسطح غير قائم على سطح الكرة فلا يصح الانعكاس المستدير واما على الاخيرين فالامتناع بين مما مر ويلزم ايضا ان لا ينعكس الشعاع عن هذه الكرة الا من دائرة واحدة فاما من سطح آخر كرى فانه لا يمتنع *

(اقول) ثم انه اخذ فى كلام خلاصته ان القوس قد تكون نصف دائرة ان مر سطح الافق المرئى على قطب القوس وذلك عندما يكون النير عند الافق او بقربه جدا وقد تكون اصغر وذلك اذا كان القطب تحت الافق ومركز القوس فيما بين البصر و السحاب اوكان القطب فوق الافق و المركز فيما بين البصر والسحاب *

(فاقول) وجواز التقدير الاخير انما هو بنظر تعليمى فقط فان مركز القوس يكون ابدا بين البصر و السحاب كما ذكره الشيخ فى الشفاء *

(قال) ويتصور ان تكون اعظم وذلك بحسب النظر التعليمي اذا كان القطب

فوق

فوق الافق و المركز فيما بين البصر و السحاب او كان القطب تحت الافق والمركز فيما بين البصر و مركز السحاب *

(اقول) القول الموجز المفصح عن مغزاه هو انه اذا انتظم من اجزاء الهواء الرطب مايصير كمرآة كرية مقعرة مركزها على الواصل بين البصر والنير على الوجه المشروح توجد القوس سواء كان مركزها مركز الارض اولا و اذاً فاما ان يكون قطب القوس على الافق المرئى اوفوق اوتحت و مركز القوس اما بين البصر والسحاب اوعند البصر او من ورائه وهذه تسعة اقسام فان كان القطب على الافق فالقوس نصف وان كان فوق والمركز قدام فاعظم من النصف اوعند البصر فنصف اومن ورائه فاصغر وان كان القطب تحت والمركز قدام فاصغر من النصف اوعند البصر فنصف اومن ورائه فاعظم *

(قال) وكذلك يتصور ان لايقطع الافق القوس فيوازيها اويلقى سطح دائرتها خارجا عنها ويكون النير فوق الافق او تحته و مركز القوس بين البصر و السحاب فتكون الدائرة كلها ظاهرة الا انه قد يعرض اذا كان النير تحت الافق وقطب القوس فوق ان لاينتهى جميع الشعاعات المنعكسة الى المضيء فان الشعاع الذى ينعكس عن النواحى المنخفضة من القوس تمنعه كرة الارض ان ينتهى الى المضيء فاما الشعاع الذى عيناه ينتهى اليه فهو الذى ينعكس من اعالى الدائرة فيكون المتشكل جزءا يسيرا من الدائرة فاما ان كانت القطعة من السحاب المتهيئة للانعكاس ليس ينتهى تهيؤها الى الافق فالقوس على جميع الاوضاع سوى النظر التعليمى المجرد تكون ابدا اقل من نصف دائرة لكون مركزها فى سطح الافق اوتحته وطرفاها غير منتهيين

الى الافق فقد تبين مما قلنا كيف ينعكس الشعاع من السحاب الى الجسم (١)
المضيء وكيف يكون موضع الانعكاس فلنبين الآن كيف يعرض الا ...
المتلون فلانه قد تقدم ان الجسم الرطب الاملس اذا انعكس منه الشعاع الى
المبصر ظهر لون المبصر فى موضع الانعكاس وكان ايضا ملتبسا بلون الجسم
الذى ينعكس منه الشعاع وكان ايضا الجسم الرطب اذا لم يكن فى غاية الشفيف
ولا فى غاية الملاسة لم تصدق فيه الرؤية ولم يظهر مايرى فيه محققا وجب
ان يكون هذا السحاب يظهر فيه لون المضيء لا فى الغاية لتلون السحاب
وشوب اللونين ولانه ليس فى غاية الشفيف ولا فى غاية الملاسة فليس تصدق
الرؤية فيه فالاثر الذى يظهر انما هو لون المضيء وليس شديد الاضاءة
للاسباب التى ذكرناها ولان الجرم المضيء له عرض وجب ان يكون موضع
الانعكاس ذا عرض ليكون الشعاع الذى ينعكس من ذلك العرض يشتمل
على جميع المضيء فاما لم لا يظهر شكل المضيء فى موضع الانعكاس فلان الشكل
انما يظهر بالانعكاس اذا كان سطح المرءاة ذا مقدار فسيح وكان الانعكاس
من موضع واحد من ذلك السطح والشعاع الذى ذكرناه فى صورة
القوس انما ينعكس من مواضع كثيرة متصلة فان كان سطح هذا
السحاب واحدا املس كريا فليس يظهر فيه شكل المبصر لان الشعاع ينعكس
من قطعة كرة الى جرم المضيء فكل نقطة من سطح جرم المضيء الذى ينعكس
اليه الشعاع تحصل صورتها فى محيط دائرة من السطح الكرى المتأثر فتكون
صورة المبصر متصلة بحسب اتصال القطعة المتأثرة وليس تظهر فى موضع منها
منفردة فلذلك لا يظهر شكله وان كان سطح هذا السحاب متألفا من اجزاء
صغار ملس فليس يظهر فيه الشكل ايضا لان السطح الاملس اذا كان فى غاية

الصغر

(١) ن – الجرم.

الصغر بالاضافة الى البصر ظهر فيه لون المبصر فقط ولم يظهر شكله فالظاهر في تلك الاجزاء هو لون المبصر فقط *

الحاصل

فقد تبين من جميع ما ذكرنا ان هذه القوس انما هى لون الجرم المضىء فى الهواء الرطب وتعرض لانعكاس شعاع البصر على النحو المذكور فاما اختلاف الالوان التى تظهر فى القوس وهى التقازيح فان ذلك انما يعرض من امتزاج الضوء بالظل وبحسب اختلاف كيفية الظل *

(اقول) وبحسب كيفية الضوء ايضا *

(قال) ولان الجسم الرطب الذى تظهر فيه القوس الذى هو السحاب او ما يجرى مجراه فيه كثافة ما وشفيف ما فالضوء يظهر فى سطحه الادنى وينفذ ايضا فيه فالذى يظهر فيه فى سطحه الادنى يكون ضوءا صافيا والذى ينفذ فيه لشفيفه يكون ممتزجا بالظل الذى فى تضاعيف الجسم الذى هو من كثافة الجسم واذا امتزج الضوء بالظل تولدت منه انواع التقازيح وكل ما كان الضوء اكثر نفوذا وابعد من السطح الادنى كان لونه اشد اظلاما لان الظل كلما بعد عن السطح الادنى صار اقوى فالتقازيح التى تظهر فى القوس هى الوان ما تنفذ من الضوء فى شفيف الجسم الرطب الممتزجة بالظل وتظهر بالشعاعات التى تنعكس من الاجزاء الصغار الملس التى فى داخل الجسم التى من وراء السطح الادنى وهذه الاجزاء هى الرذاذ اصغار الرطب المتضام *

(فاقول) معتصما بالله فى القول والعمل ان هذا الاصل المذكور يخالف المحسوس المشاهد من امر القوس بوجوه *

(الاول) ماذكره الشيخ فى الشفاء وسنور دذلك *

(الثانى) انها يجب ان تكون واحدة فقط الا اذا تعددت قطع السحاب المتهيئة لحدوث الاثر ونحن نراها فى اكثر الاوقات اثنتين ولم نرقط ثلاثا وقد اورد شرف الدين المسعودى رحمه الله فى رسالته فى الآثار العلوية انها تكون ابدا اثنتين فان كان تكونها اثنتين لتهيئة قطعتين من السحاب فتهيؤ ثلث قطع ايضا ممكن فما بالها لا ترى ثلاثا قط و هذا مستبعد جدا ومشارف للمستحيل *

(الثالث) انها اذاً يمتنع ان تحدث فى الهواء الصافى و قد شاهدنا ذات يوم قوسا شرقية و قت العصر و السحاب منكشف عن قطعة عظيمة من السماء جهة الجنوب و القوس المتشكلة صادقة الالوان تظهر فى الجزء من الهواء الصافى وفى مسافة عظيمة منه كما تظهر بعينها فى وجه السحاب و كان ذلك الجزء يشف عما وراءه من زرقة السماء كما كانت بعينها(١) تشف عما وراءه من بياض السحاب و ذلك كما تشف قاعدتاها عما وراءها من الجبال ووجه الارض ابداً ومرة اخرى مثل ذلك الا ان القطعة المنكشفة كانت شمالية ومرارا اخرى كثيرة وذكر الشيخ فى الشفاء انه شاهد ذلك فقال ورأيت القوس مرة وهى مرتسمة فى الجو المضحى قدام ذلك الجبل الا ان ذلك الجو رطب مائي من غير ضباب ولاشيء وكان موضعه ما بيننا و بين الجبل لا يزيد عليه ارتفاعه *

(الرابع) ان التقازيح لو كانت لمداخلة ضوء النير جرم السحاب لكانت الالوان مبتدئة من الاقوى الاشراق (٢) الى الاضعف المظلم ونحن

(١) ن - بقيتها * (٢) ن - المشرق *

نرى الضوء القوي الذي يكاد ينير(١) بين الزرقة الصافية والحمرة الارجوانية وذلك بالوجه المذكور لا يمكن اصلا *

(الخامس) انه لو سلم جميع ما ذكره لكان يلزم ان يكون ترتيب الوان القوسين ترتيبا واحدا ونحن نرى ابدا ترتيب الوان القوس الصغرى على خلاف ترتيب الوان الكبرى *

(السادس) ان القوسين لو كانتا في قطعتين من السحاب فيمكن اذ يتوازيا ويتقاطعا ويتقاربا جدا ويتباعدا بحسب اختلاف وضعي البصر من مركزيهما كما يتبين بالتأمل في الاصول السابقة وهما تريان ابدا متوازيتين وفي سطح واحد قائم على الافق كل ذلك حسا هذا ان كان مركزا القطعتين مختلفين *

(السابع) ان القوس اذا كانت ثنتين فعلى الاصل المذكور يجب ان تكون الصغرى اضعف لونا من الكبرى والحال بخلافه وبيانه بعد مقدمة هي انه اذا كان مثلث مثل * ا ب ج * وليكن * ب ا * اعظم من * ا ج * ونصف زاوية * ا * منه بخط * ا د * واخرج * د ا * الى * ه * ثم اعلم على * ا ه * نقطة * ه * كيف اتفق ووصل بينها وبين نقطتي * ب ج * كانت زاوية * ب ه د * اعظم من * ج ه د * وذلك لانا نخرج من * ج * عمودا على * ا د * فيقع بين * ا د * لان زاويتي * ا * من مثلثي * ب ا د * ج ا د * متساويتان وزاوية * ب * اصغر من * ج * فزاوية * ب د ا * تمام الاوليين من قائمتين اعظم من * ج د ا * فزاوية * ج د ا * حادة وزاوية * ج ا د * حادة فالعمود يقع بين * ا د * وليقع على * ح * وننفذه فيفرز في * ا ب * ما يساوي * ا ج * فيلقاه فيما بين * ب ا * وليكن على * ر * ونصل

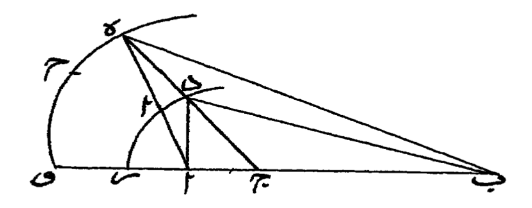
(١) ن - يتبين *

و ه * فتكون زاوية * ر ه ح * مثل * ج ه ح * فزاوية * ب ه د * اعظم من * ج ه د * وايضاً فان نسبة * ب ه * الى * ه ج * تكون اصغر من نسبة * ب د * الى * د ج * وذلك لانا ننصف زاوية * ب ه ج * بخط * ه ط * فيقع طرفه وليكن * ط * فيما بين * د ب * وتكون نسبة * ب ه * الى * ه ج * كنسبة * ب ط * الى * ط ج * اصغر من * ب د * الى * د ج * فب ه * الى * ه ج * اصغر من * ب د * الى * د ج *

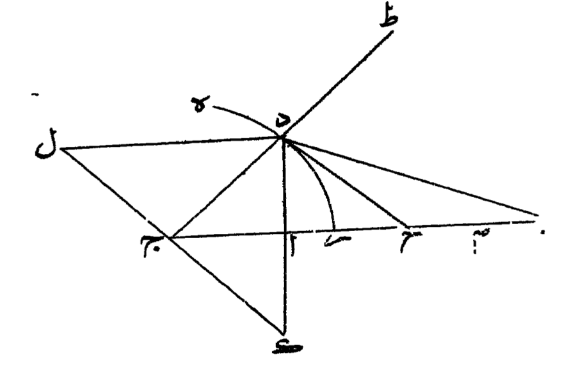
﴿ الشكل ١٨٥ ﴾

(ثم) ليكن مركز الشمس * ب * ومركز السحاب * ج * و البصر * ا * وموضع الانعكاس نقطة * د * كما كانت اولا فان كانتا قطعتان من السحاب متهيئتين للاثر فعلى ماذكر من المقدمات يكون مركزاهما واحدا اما دائما اوعلى الاكثر وحينئذ يكون سطح احداهما اقرب الى البصر من سطح الاخرى وليكن * د * موضع الانعكاس من الدائرة التى على سطح الصغرى ونخرج * ج د * الى ان يلقى سطح الكبرى على * ه * ونخرج سطح دائرة * د ر * حتى تحدث فى سطح الكبرى دائرة * ه و * ونصل ب ه * ا ه * فزوية * ب ه ج * اعظم من * ا ه ج * فنقطة الانعكاس من القطعة الكبرى ليست * ه * فاما ان تكون نقطة الانعكاس و لتكن * ح * فيما بين * ه و * اومن ورائه ولما كان جميع الخطوط الواصلة بين * ب * وكل نقطة من ورائه اصغر من * ب ه * وجميع الخطوط الواصلة بين * ا * وكل منها اعظم من * ا ه * وحال النقط التى بين * ه و * بعكس ذلك فلا يمكن ان تكون نقطة الانعكاس من وراء * ه * والا لكانت نسبة الواصل بين * ب * ونقطة الانعكاس الى الواصل بين * ا * ونقطة الانعكاس التى هى اصغر من نسبة

الشكل ١٨٥



الشكل ١٨٦



ب ه الى ه ا مثل نسبة ب ج الى ج ا التي هي اعظم من نسبة ب ه الى ه ا . وذلك محال فتعين ان تكون نقطة الانعكاس ما بين د و . فنقطة د من وراء نقطة الانعكاس فتكون القوس الحادثة في الكبرى ادنى الى وجه الارض من القوس الحادثة في الصغرى فتكون اضعف لونا لان الصورة تنفذ فيها القطاعة قريبة عند نفوذه فيها الى البصر فلزم ضعف القوس الصغرى بالقياس الى الكبرى و ذلك خلاف المشاهدة .

﴿ الشكل ـ ٢٦٧ ﴾

(قال) و ربما لا تكون ... الاشعة في الفرج التي بين الرذاذ و ... و ... ضعف الصغرى

(...ا) ... ماتوجبه زيادة المسافة .

قال وبل يمكن ان يكون ذلك اعظم كرات الرذاذ في السحاب الاعلى

(قلنا) فلا يكون ذلك دائما

(قال) فاما الهالة فلا ... ه وجب ان يكون شكل السحاب الذي تتاثر فيه شكلا يمكن ان توهم فيه دائرة وقد يمكن ذلك في السطح المستوى والمحدب والمقعر الا ان الاشبه بالامر الطبيعي و بما هو في طبيعة الهواء ان يكون شكله كريا محدبا مقعرا غميره ... الى البصر ولان هذا الاثر بعرض ... (١) ... الى الجرم المضيء كما بينا فيما تقدم وجب ان يكون هيئة السحاب التي تظهر فيه هذا الاثر الهيئة التي يمكن ... منها ... من محيط دائرة الى نقطة واحدة

(...) ... ان هذا الاثر ... من ... السحاب ... او من الجرم المضيء ... ايضا ... على

(١) ...

استقامة فى وسط الهالة كما نرى لو لم يكن هناك حاجز لان
السحاب الذى يظهر فيه هذا الأثر يكون رقيقا يظهر المضيء من ورائه
وليس يمكن ان يكون ادراكه فى وسط الهالة بذلك الشعاع المنعكس لان
المدرك بشعاع منكسر يرى على استقامة الشعاع الاول الذى انكسر وفى
موضع الانكسار ولو ... بذلك الشعاع كان يرى على استقامة كل
الخطوط خارجة ... الانكسار وينبغى ان تكون هيئة السحاب
المنتهى ... ان ينكسر منها الشعاع الى الجرم المضىء
... ويمكن ايضا ان يرى فيه المضيء على الاستقامة فى وسط
... ويكون الادراك ... وليس يمكن ايضا ان يكون ادراكه
فى وسط الأثر بشعاع آخر منكسر غير تلك الشعاعات بل بشعاع مستقيم
وذلك ان الشعاعات التى تنكسر من الخط المستدير الى نقطة واحدة وضع
جميعها ... البصر وضع واحد ووضعها ايضا عند تلك النقطة وضع واحد وليس
يكون ذلك ... البصر ... المضىء جميعا على محور تلك الدائرة اى
الهالة ... على ذلك ... كان الشعاع الذى يخرج عن ذلك
الخط عمود على سطح ... ينكسر بل ينفذ على استقامة وتكون
الشعاعات المنكسرة ... فاذا ادرك فى تلك الحال مبصر
بشعاع منكسر ... يظهر ... عن الوسط لانه يظهر على استقامة الشعاع
المنكسر اليه فالخط لو صل بين مركزى السحاب والبصر اذا خرج على
استقامة انتهى الى جرم المضىء وبه يدرك الجرم المضيء على استقامة فالمضىء
يمكن ادراكه بالاستقامة على ما هو عليه بالشعاع الذى يكون عمودا على
سطح ... السحاب ويمكن ادراكه بالانعكاس من دائرة ... بين ذلك

ولا

ولا يمكن ادراكه بالانعطاف لان الشعاع الذى يكون عمود الا ينعطف والذى لا يكون عمودا فينعطف اما الى جهة العمود ولا يصل فوط اليه فبالحرى ان لا يصل الى المضىء او الى خلاف جهة العمود فبطريق الاولى ان لا يصل الى المضىء فتبين ان يكون بالانعكاس وذلك اذا كانت اجزاء السحاب متتابعة تأليفا على الاستقامة وعلى استقامته اقطار ذلك السحاب هذا ان كان مركز البصر [illegible] المركز السحاب واما ان كان عنده وذلك [illegible] ما يكون [illegible]

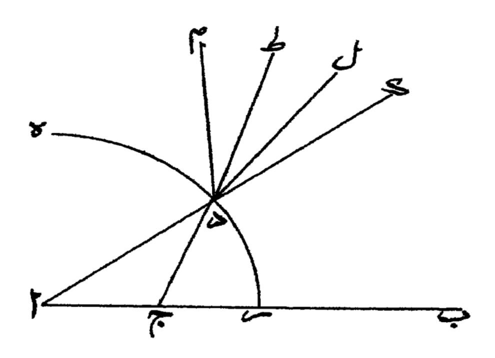
(قول) هذا الا [illegible] حق [illegible] بانعطاف واحد [illegible] اذا كان [illegible] واحد ومركز بالانعكاس [illegible] ان شاء الله تعالى

(قال) فاما كيف يكون الانعكاس فكما اصف نوهم فى كرة السحاب قوس ه د ز وليكن موضع البصر ا والمضىء ب ومركز السحاب ج ونصل ب ر ا ج على ان يكون ج من وراء ا الا ان هذا الوضع هو الذى يمكن ان يظهر معه هذا الاثر فاما غيره فلا كما سنبين فاذ كان السحاب [illegible] كرته فرج نصف قطره د و ا ر بعد السحاب و [illegible] بعد المضىء وقد تبين قبل ان [illegible] جزء يسير عند ا ج و [illegible] جزء يسير عند ح ب فيجب ا يمكن ان يكون [illegible] ر وليس ح ب اضعاف ب ر فنسبة ج ا الى ا ر [illegible] نسبة ح ب الى ب ر واذا بدلنا كانت نسبة ا ج الى ح ب [illegible] نسبة ا ر الى ر ب واذا عكسنا كانت [illegible] الى را اعظم من نسبة ب ج الى ج ا [illegible] ح الى ح ا

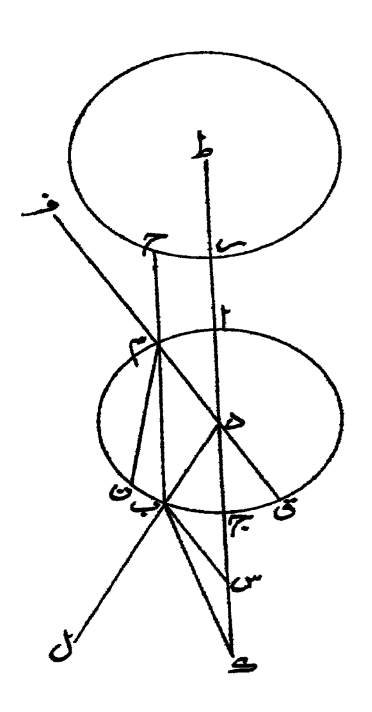
كنسبة * ب ح * الى * ج ا * ونخرج * ج د * مماساً ونصل * ب د * د ا
ج د * ونخرجه الى * ط *
(فاقول) ان الشعاع الخارج من * ا * الى * د * ينعكس عن خط * ج د ط *
الى * ب * وذلك لانا نخرج * ب د * د ا * على استقامة ونخرج خط
ج ك ل * عمودا على * د ج * فلان * ح د * مماس فزاوية * ح د ج * قائمة
فج د * مواز لخط * ك ح ل * ولان نسبة * ب ج * الى * ج ا * كنسبة
ب ح الى * ح ا * تكون نسبة * ح ب * الى * ب ج * كنسبة * ح ا *
الى * ا ج * ونسبة * ح ب * الى * ب ج * كنسبة * ح د * الى * ح ك
فنسبة * ح ا * الى * ا ج * كنسبة * ح د * الى * ج ك * فخط * د ج *
مثل * ج ل * و * د ج * عمود فزاوية * ك د ج * مثل زاوية * ب د ط *
فشعاع * ا د * ينعكس من خط * ج د ط * الى * ب * وذلك ما اردناه
(الشكل - ١٨٢) ولا ينعكس شعاع على هذه الصفة من غير
نقطة * د * والا اخرجنا من موضع الانعكاس خطا مماسا فالتقى خط
ا ب على نقطة غير * ح * ولتكن * م * وتبين بعكس هذا
البرهان ان نسبة * ب ا * الى * ا م * كنسبة * ب ا * الى * ا ح * وذلك
محال فاذا اثبتنا خط * ب ح * وادرنا مثلث * ب د ج * ورسمت نقطة
د * في كرة السحاب دائرة تكون جميع الشعاعات الخارجة الى محيطها تنعكس
الى * ب * فاذا كانت في كرة السحاب اجزاء ملس متألفة على استدامة
انقطار السحاب الظيرة * ج د ط * فان الشعاعات التي تخرج من البصر الى
تلك الاجزاء تنعكس من جميعها الى المضيء ويظهر لون المضيء في موضع
الانعكاس على ما بينا فيما تقدم ولان المضيء ذو عرض وجب ان يكون

الشعاع

الشكل ١٨٦



الشكل ١٨٨



الشعاع المنعكس اليه ينعكس [illegible] القدر ما بحسب قدر ذلك المضيء وذلك القدر من طول الخطوط يكون في سمك السحاب و لذلك يظهر اللون في السحاب ذا عرض فهذا الوضع الذي فرضناه هو الذي يمكن ان يتأتى منه هذا الاثر وهو ايضا اللائق بالامر الطبيعي *

(اقول) لا يمكن ان يكون مركز السحاب على غير الوضع المذكور وقد تبين انه على الخط الواصل بين البصر و المضيء فلا يكون في موضع البصر ولا بينه وبين السحاب ولا على خلاف النسبة التي فرضت لانه ان كان على خلاف النسبة لم تكن نقطة * ح * خارج القوس فلم يتأت الانعكاس وان كان المركز في موضع البصر فان الشعاعات كلها تنفذ على استقامة ولا تنعكس وان كان فيما بين البصر و السحاب فنعيد الصورة ونخرج شعاع * ا د * ونصل * ج د * وننفذه الى * ط * فشعاع * ا د * اذا انعكس عن خط ج د * فانه ينعكس مثل * ا د م * وان نفذ في الجسم الرطب فانه يكون مثل * ا د ك * فينعطف الى جهة * ط * على مثل * د ل * فعلى كلتا الحالتين لا ينتهي الى نقطة * ب * فليس يكون مركز السحاب الا على الصورة الاولى وذلك ما اردنا ان نبين * (الشكل - ١٩٨)

(فهذا جملة) القول على القوس و الهالة وقصدنا كان فيما بيناه ان نجمع بينما يوجبه الامر التعليمي ويحتمله الامر الطبيعي ويكون مطابقا للموجود من هذين الاثرين وقد اتينا على ذلك

(اقول) لما كان السحاب غير منقطع بالاقطار التي تحدث فيها الهالة بل الانعكاس انما هو لوجود اجزاء رشية منتظمة على تلك الاستقامة فكل اجزاء تكون منتظمة على استقامة او انحناء يمكن بهما الانعكاس على نقطة من

نقاط ذلك السمت فانه يوجد عنها الانعكاس فنعيد الصورة السابقة التي تبين بها كيفية الانعكاس ونخرج فيها * ح د * وندير على * ح * ببعد اعظم من * ح د * دائرة فتنعكس * ب * الى * ا * عن محيطها من نقطة فيما بين خطي * ح د * ح ج * كما تبين في الايراد السابع على امر القوس فاذا وصلنا بين نقطة الانعكاس تلك وبين * ج * بخط تبين ان صورة * ب * تنعكس الى * ا * من الاجزاء المنتظمة على ذلك القوس ذات عرض كما تبين في خط * د ط * وكذلك في كل دائرة تتوهم على مركز * ح * وقطرها اعظم من * ح د * وكلما كانت الدائرة اعظم كانت نقطة الانعكاس من محيطاتها ادنى الى * ح ج * وابعد من * ح د * لانا نقدر البعد ها هنا بالزاوية التي تحدث بين الخط الواصل بين * ح * ونقطة الانعكاس وبين خطي * ح د * ح ج * وكذلك لو كان القطر اصغر من * ح د * الا ان نقط الانعكاس من محيطاتها تكون في خلاف جهة * ج * من خط * ح د * فالقول بان الاثر المستدير انما هو من انعكاس الشعاع الى النير من الاجزاء المنتظمة على سموت اقطار السحاب ترجيح من دون مرجح واذا كان الانعكاس على ماذكرنا فمسى ان يزيد عرض حلقة الهالة على ماهو المحسوس ايضا فان العرض المحسوس قليل وايضا فانه يختلف العرض بحسب سمك السحاب وايضا فانا قد شاهدنا مرارا في محيط الهالة الشمسية الخارج زرقة ظاهرة كالتي تظهر في القوس والاصل المذكور لا يقين عليه فان لم يوجب هذا الوجه زدياد العرض فما ذكرنا يوجب تقوى النور فقط فيقوى ماذكره *

هذا آخر ما اورد من المباحث على مقالته في الاثرين وقد حررت المقالة عن نسخة كانت منقولة عن خط ابن الهيثم رحمه الله وكانت صورة خط

المصنف

المصنف هذا ٭

كتب هذا الكتاب وشكاله الحسن بن الحسن بن الهيثم وصححه من اوله الى آخره بالقراءة وكتب هذه الكلمات فى رجب سنة (٤١٩ ه) تسع عشرة واربع مائة حامداً لله وشاكراً لانعمه ومصلياً على نبيه صلى الله عليه وآله ٭

(هذا ولنقبل) على كلام الشيخ الرئيس ولنورد ملخصاً معرضاً عن الوجوه التى رد ها الشيخ على اهلها مقتصراً على ما تحقق عنده مع المقدمات التى جعلها توطئة للكلام فيها استشهاداً لما ذكره ابن الهيثم رحمة الله عليه ليعلم ان ما بنى عليه فى المناظر من المقدمات انما أوى الى ركن شديد ونقلت ذلك من تلخيص طبيعيات الشفاء لابن زيله بلفظه ٭

(قال الشيخ الرئيس ابو على اعلى الله درجته) واما الهالة وقوس قزح والشميات(١) والنيزك فانها تشترك فى انها خيالات ومعنى الخيال ها هنا هو ان يجد الحس شبح شيء مع صورة شيء آخر كما يجد صورة الانسان مع صورة المرآة لا على ان يكون لتلك الصورة انطباع حقيقى فى مادة ذلك الشيء الثانى الذى يؤديها ويرى معها فان صورة الانسان لا تكون منطبعة بالحقيقة فى المرآة والا لكان لها مقر معلوم ولما كانت تنتقل بانتقال الناظر فيه والمرئى ساكن ٭

(اقول) ما تقرر فى المناظر ان الصورة ثابتة فى المرآة لا يخالف هذا الكلام فان الثبات المقرر ثبات يتغير مكانه بتغير مكان البصر لا كالانطباع المذكور هنا فاعرفه ٭

(قال) ولا على ان تخرج من البصر شعاعات تمد الى الصقيل الذى هو المرآة وتنعكس عنه مارة على الاستقامة حتى تلقى شيئاً قابل ما انعكس عنه

(١) ن - والشمسيات ٭

فيدركه فان ذلك محال بل الحقيقة في ذلك ان المرئى اذا قابل البصر و بينهما
مشف و المرئى مضىء بالفعل فان صورته تتشبح في العين من غير ان يكون
ذلك بشىء يخرج و يلاقى المشف المتوسط و ينفذ فيه الى البصر البتة بل
انما يحدث الشبح في العين بعينه و يكون المشف المتوسط مؤديا بمعنى
انه يمكن من تأثير ذى الشبح شبحه في العين *
(قوله) وكيفية التأثير ما تقرر ان الضوء انما يرد من المضىء على الاستدارة
و على نحو تأدى اجزاء المشف على الولاء به كالحرارة وانما يحس بجزء
منه اذا كان في جسم فيه كثافة ما *
(قال) والعلة التى بها يمكن القاء الشبح هو وقوع الضوء على ذى الشبح
دون القابل وهذه من الافعال الطبيعية التى لا يحتاج فيها الى مماسة بين
الفاعل و المفعول بل يكفى فيه المحاذاة فان كان الجسم ذو الشبح صقيلا
تأدى الى العين ايضا صورة جسم آخر نسبته من الصقيل نسبة الصقيل من
العين لا بان يقبل الصقيل في نفسه شيئا ينطبع فيه البتة بل يكون تأدى
صورته ... صورة ما يكون منه ومن العين على نسبة مخصوصة
شرح ذات شيء في موضعه ان شاء الله تعالى
فلهذا له دائرة ... او ... ترى حول القمر اوغيره اذا قام دونه
سحاب لطيف لا يستره لرقته وهى خيال يختلف منظره باختلاف وضع
الرائى يتخيل عن ضوء القمر اوعن ضوء غيره لاشراق السحاب به على
سبيل الادية لا على سبيل الكشف به فيؤدى شمس الكوكب مع اداثه
شبح الكوكب لا على استقامة مابين البصر والمنظور اليه فان الشيء انما
يرى على الاستقامة نفسه لا شبحه و انما يؤدى شبحه زائلا عن محاذاة
الاستقامة

الاستقامة التي بينه و بين الرائي ضرورة فاذا كان جميع اجزاء السحاب
او اكثره مستعد الهذه التأدية وكانت نسبة كل مرآة اعني كل جزء من
السحاب في وضعه من الرائي و الكوكب نسبة واحدة من جميع جوانب
الكوكب وجب ان يكون ما يرى من الهالة مستديرا ولان خارج هذه
الدائرة وداخلها ما لا يخيل لان يكون له اشراق كاشراق ما يرد الضوء
ويعكسه الى البصر فيتخيل ان خارجها وداخلها اسود فان كل ما نقص من
اشراقه عن الابيض ووضع في جنب الابيض يرى اسود وايضا فان قوة
الشعاع تخفي حجم السحاب الذي يستره فيكون كأنه ليس هنالك شيء
وتخالف الهالة قوس قزح في ان محور دائرة الهالة ينتهي الى البصر والمرئي
في الجانبين جميعا وتكون الهالة منطقة لذلك المحور ويكون مركز دائرتها
على هذا الخط بين الرائي والمرئي واما القوس فان الرائي والشمس يكونان
جميعا على خط المحور لكن مركز دائرة المنطقة لا يكون واقعا بينهما والقوس
لا تزيد على نصف دائرة والهالة قد تتم دائرة واما قوس قزح فالذي
يصلح ان يكون مرآة لحدوث هذا الخيال فهو هواء رطب متنشر فيه
اجزاء صغار من الماء مشفة صافية كالرش و السحاب الكدر لا يصلح
ان يكون مرآة له لكن مثل هذا الهواء المذكور اذا لم يكن وراءه ملون لم يكن
مرآة كما ان البلورة اذا سترت من الجانب الآخر صارت مرآة في
الجهة التي تليك و ان لم تستر و يترك وراءها فضاء مشف غير محصور
لم تكن مرآة فيجب ان يكون وراء هذا الهواء الرطب شيء لا يشف
اما جبل او سحاب مظلم حتى يرتسم هذا الاثر منعكسا عن الاجزاء المائية
الشفافة المستنيرة الواقعة في الجو فلذلك يغلط الحس ويظن ان هذا الاثر

هو فى سحاب كدر كثيف لانه لايميز بين هذا الهواء الرطب و بين ماوراءه من السحاب الكثيف على انه قدشو هدذروة هذا القوس ووراءه سحاب واسافله قائمة فيمابين الناظر و بين الجبل قياما فى الجو ولو كان بدل الجو(١) سحاب لكان ظن انه فى السحاب وهذا الخيال يتخيل فى الرش الصغير الاجزاء الذى ينتضح عن اجنحة الارحاءاذا وازته الشمس و من رش المجاديف فى البحر فتحدث دائرة بالوان القوس وكذا يتخيل ان اخذ احد الماء فى فيه فرشه حذاء الشمس اوالسراج و قد يرى حوالى الشمعة فى الحمام هذا الخيال من رطوبة جوالحمام بل عند الانتباه من النوم حول السراج بسبب رطوبة عين المنتبه واما شكل القوس فيجب ان يكون مستدير الاستدارة الشمس والشمس اذا كانت على الافق وجب ان ترى القوس نصف دائرة وذلك لان القوس ليس وضعها وضع الهالة موازيا للارض حتى يكون جميع مايخيل مرئيا فيرى الخيال و انما وضع القوس وضع مقاطع للافق لاموازيه فاذا كانت الشمس على الافق قطعت الافق من الدائرة الموهومة نصفها لامحالة فان ارتفعت الشمس ارتفع محور المنطقة فانحطت المنطقة لامحالة فنقصت القوس حتى اذا ارتفعت الشمس ارتفاعا كثيرا لم تكن قوس واما اذا كان ارتفاعها الى حد ماكان قوس ولذلك يجوز ان تكون القوس تحدث فى الشتاء فى انصاف النهار ولاتحدث فى الصيف فى هذا الوقت وذلك لعلة ارتفاع الشمس فى انصاف نهار الشتاء و كثرته فى انصاف نهار الصيف و امالون القوس فانما لا يكون منيرا ابيض لان مائيته بعيدة من النير ليس كما يرى فى الهالة فلذلك يختلط الضوء الخيالى بشىء من جنس الظلمة فتتولد حمرة ارجوانية وغيرذلك*

---

(١) ن- الجبل *

(واما)

(واما) وجوب كون الالوان ثلاثة واختلافها وترتيبها فيجب ان يبحث فيه عن السبب فان ماقاله القدماء فى ذلك غيرمقنع اماقوس الليل فانه انما يقع فى الاحيان وعلى الندرة فانها تحتاج فى تكونها الى ان يكون النير شديد الاضاءة حتى ينعكس منه خيال فان الاشياء الضعيفة اللون لاتنعكس عنها صورتها انعكاسا يظهر وان يكون الجو شديد الاستمداد وانما يكون القمر شديد الاضاءة عند ما يتبدر فى الشهر مرة فيقل ان يجتمع تبدره والاستعداد التام من الجو فلذلك لاتتولد قوسه الا فى الندرة *

واما الشمسيات(١) فانها خيالات كالشموس من مرايا شديدة الاتصال والصقالة تكون فى جهة الشمس فتؤدى شكلها ولونها *

واما النيازك فانها خيالات فى لون قوس قزح الا انها ترى مستقيمة لانها تكون فى جنبة الشمس يمنة عنها او يسرة لاتحتها ولاامامها وسبب استقامتها انها اما ان تكون قطعا صغاراً من دوائر كبار فترى مستقيمة واما لان مقام النظر بحيث يرى المتحدب مستقيما *

(اقول) هذا خلاصة كلامه فى هذه الآثار*

(ثم اقول مستعينا بالله وتوفيقه) اما اختياره اعلى الله درجته مايصلح ان يكون سببا لحدوث القوس ان يكون رشاشا اصوب حدسه و ادق نظره فيه و بذلك هدينا الى امر هذه الآثار فاما قوله لكن مثل هذا الهواء المذكور الى قوله لم يكن مرآة ففيه نظر لان الصقال يستلزم الانعكاس دائما ولو كان فى سطح جزء من الهواء كما يتبين بعد من انعكاس الضوء فى المنعطف بانعكاس وانعكاسين لكنه اذا كان سطح صقيل و من ورائه جسم مشف كالهواء فان صور بعض الاضواء والالوان التى فى ذلك

---

(١) ن - الشميسات *

الشف قد ترد منعطفة على سمت الضوء المنعكسة عن ذلك الصقيل الى البصر فان غلبت على المنعكسة اختفت المنعكسة عن الظهور للبصر كما في الصور التي اوهمتهم ذلك فظنوا ان الحكم كلي وان غلبت المنعكسة ظهرت واختفت تلك كما في الصور التي ندركها في المنعطفين وان تكافأتا فتختفي كلتاهما او تمتزجان وايضا فان قوله ذلك ينافي قوله ورأيت القوس مرة مرتسمة في الجو المضحي واما ان حدوث الاثر فيه يكون بالانعكاس كما عن المرآة - ففيه نظر ايضا وذلك لما تقرر من اصول المناظر ان الكرات الصقيلة المتضامة في عرض امتداد البصر اذا قابلت البصر والنير انعكست صورة النير من سطوح جميعها الى البصر الا ان هذه الصور مختلفة في العظم والصغر والوضوح والخفاء بحسب القرب والبعد من الخط الواصل بين مركزي النير والبصر فكل ماهو اقرب فهو اعظم واوضح واشبه بصورة المبصر وهكذا يذهب متدرجا الى ان الى يضمحل فاذا كانت سطوح اجزاء الرذاذ من الانتظام والتقارب والاقتدار من المقدار بحيث تؤدي صورة النير كانت الصورة المدركة بالانعكاس من الجميع دائرة مضيئة متصلة هي لون واحد الا ان مايلي المركز منه اقوى مما يلي المحيط يأخذ في الضعف من المركز الى ان يضمحل عند المحيط فكيف يتصور ان يحدث عن ذلك قوسان في موضعين بينهما متلونتان مختلفتا اوضاع الالوان وبمثل ذلك يتبين عدم تأتي الحالة بانعكاس صورة النير واذ لم يتم المطلوب بالاصل المذكور فالحاجة ماسة اما الى تصرف فيه او توصل باصل آخر وقد يسر الله تعالى ذلك بالتصرف فيه ونرجوه ان لا يخيب رجاءنا ويكفينا سلوك سبيل آخر وقد آن ان نشرع فيه فنقدم اولا له مالا بد منه ونرتب

الجميع

الجميع فى فصول *

الفصل الاول

فى امر الكرة المحرقة هذا الفصل هو تحرير رسالة لابن الهيثم رح فى الكرة المحرقة وهى خمسة اشكال وقد صدرها بمقدمات ذكرت فى المناظر فلانحتاج الى اعادتها وباخرى تختص بتلك الرسالة فنوردها *

(فمنها) ان زاوية الانعطاف فى الزجاج اصغر من نصف العطفية واعظم من ربعها واحال ذلك على ما بين بطلميوس فى المقالة الخامسة من كتابه فى المناظر *

(ومنها) ان كل قوسين مختلفتين من دائرة تقسمان على نسبة واحدة فان نسبة جيب اعظم قسمى الصغرى الى جيب اصغرهما اعظم من نسبة جيب اعظم قسمى العظمى الى جيب اصغرهما واحال ذلك على كتابه فى خطوط الشعاعات(١) وقد وجدت ذلك الكتاب واصبت منه هذه الدعوى وكان الشكل الثالث من الكتاب بهذه العبارة - اذا فصل من دائرة قوسان مختلفتان وقسم القوسان على نسبة واحدة وكان القسم الاعظم من القوس العظمى ليس باعظم من ربع دائرة فان نسبة جيب القسم الاعظم من القوس الصغرى الى جيب القسم الاصغر منها اعظم من نسبة جيب القسم الاعظم من القوس العظمى الى جيب القسم الاصغر منها - واعاد الدعوى آخراً بهذه العبارة - فكل قوسين مختلفتين من دائرة تكون اعظمها اصغر من ربع دائرة فان نسبة جيب اعظمها الى جيب اصغرها اعظم من نسبة جيب كل قوس اعظم من الشبيهة باعظم القوسين اذا لم يكن اعظم من ربع دائرة الى جيب القوس النظيرة لاصغر القوسين اذا كانتا من دائرة واحدة ومناسبتين

(١) ن - الساعات *

للقوسين الاوليين العظمى للعظمى والصغرى للصغرى وهذه هى المحتاج اليها فى هذه المقالة ثم لما كانت النسخة سقيمة جداً لم اقدر على حلها فاكتفيت بايراد الدعوى وان اتفق حلها بعد اضيفها محررة الى هذا المقام ان شاء الله تعالى ـ ومن تأمل جدول الجيب وجد ان حركة القسى فى الازدياد الى الربع متشابهة و حركة جيوبها غير متشابهة بل مسرعة فى الاوائل مبطيئة على التدريج الى الاواخر وعند ذلك يحقق الحكم (١) وفيه مقنع *

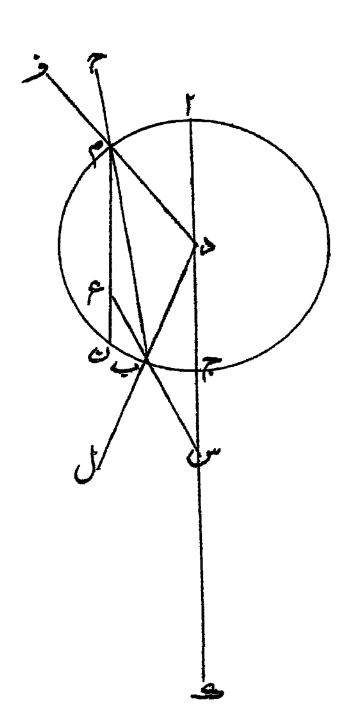
(ومنها) ان كل شعاع من اشعة الشمس اذا حصل عند نقطة فانه يحدث عندها حرارة فاذا حصلت عند نقطة واحدة شعاعات كثيرة حصلت حرارات بحسبها واذا تناهت فى الكثرة احدثت عندها احراقاً *

الشكل الاول

(١) كل كرة من الزجاج والبلور وما اشبههما اذا قوبل بها جرم الشمس فان شعاعها ينعطف عن محيط دائرة فى الكرة الى نقطة واحدة خارج الكرة على الخط الواصل بين مركزيهما و ذلك لانه يكون بين مركزى الشمس والكرة خط واصل و اذا فرض سطح مستو يمر على ذلك الخط فانه يقطع الشمس والكرة ويحدث فيه (٢) عظيمتين فلتكن عظيمة الكرة * ا ب ج * و عظيمة الشمس * ز ح * و مركز الكرة * د * و مركز الشمس ط * والواصل بين المركزين * ط ز * ا د ج * ونخرجه الى * ك * ونوهم خط * م ح * واصلا (٣) بين لمحيطين موازيا * لج ط * ونخرجه الى ان يلقى محيط * ا ب ج * على * ن * و نصل * د م * و نخرجه الى * ف * فد م * عمود على سطح الكرة و زاوية * ح م ف * عطفية و هى مثل ن م د * فشعاع * ح م * لا ينفذ على * م ن * بل ينعطف الى جهة

(١) ن ـ تتحقق الحكمة * (٢) كذا ـ ولعله ـ فيهما * (٣) ن ـ د اخلا * العمود

الشكل ١٨٩



العمود وانعطافيته بحسب عطفيته فلينعطف على مثل * م ب * فزاوية
ن م ب * اقل من نصف * ح م ف * بل * ا د م * واعظم من ربعها
ونخرج * م د * الى * ق * فقوس * ق ج * مثل * ج ن * لان كلا منهما
مثل * ا م * فقوس * ن ب * اقل من نصف قوس * ن ج ق * فنقطة
ب * فيما بين * ن ج * فاذا اخرجنا * م ب * لاقى * ج ك * وليكن
على * ك * ونصل * د ب * وننفذه الى * ل * فلان نقطة * ب * عند
سطح الكرة تكون * ب ك * فى الهواء ولان شعاع * م ب * غير
عمود اذ العمود * د ب ل * فليس ينفذ خارجا على استقامة بل ينعطف
الى خلاف جهة العمود لكون الهواء الطف فلينعطف على مثل * ب س *
واذا توهمنا خط * ك ط * ثابتا وسطح * س ب م ح * دائرا دورة
تامة احدث * م * مبدأ انعطاف اول فى القطعة المقابلة و * ب * مبدأ ثانيا
فى القطعة الاخرى و * ح * دائرة فى كرة الشمس فيمتد من كل نقطة
من الدائرة التى على الشمس شعاع الى المبدأ الاول موازٍ للواصل بين
المركزين وينعطف فى الكرة الى المبدأ الثانى ثم ينعطف فى الهواء الى * س *
وكذلك جميع الاشعة الخارجة من الشمس الى الكرة على موازاة * ط ك
بشرط ان لا تماس الكرة فان الجميع ينعطف ثانيا الى نقطة على خط * ج ك
وذلك ما اردناه * ﴿ الشكل - ١٨٩ ﴾

الشكل الثانى

(ب) ولنعد دائرة * ا ب ج * وخطوطها فنقول ان زاوية * د س ب *
ضعف زاوية الانعطاف التى عند * م * وذلك لانا نخرج * س ب * وليلق
خط * م ن * على * ع * فلانعطاف شعاع * م ب * على * ب س *
يكون انعطاف * س ب * ايضا على * ب م * فتكون زاوية * د ب م *

الباقية مثل * د م ب * الباقية الاولى فانعطافية * ب * اعنى * د ب س * بل * ع ب م * كانعطافية * م * اعنى * ن م ب * لتشابه شفيف الكرة والهواء فزاويتا * ع ب م * ع م ب * متساويتان فزاوية س ع ن * اعنى * ع س د * ضعف زاوية * ب م ع * وذلك مااردناه

* الشكل - ٩١ *

(اقول) وقدبان من ذلك ان لكل شعاع انعطافين وان انعطافيتيهما ابدا متساويتان *

الشكل الثالث

(قال - ج) ولنعد الصورة الاولى فاقول انه لاينعطف الى نقطة * س * شعاع آخر من التى توازى * ا د ج * فى سطح دائرة * ا ب ج *

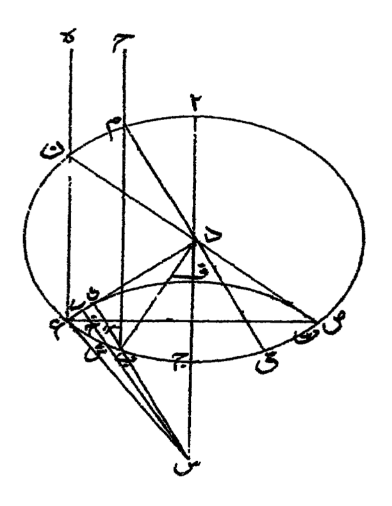
(اقول) سوى نظير * ح م * من الجهة الاخرى * لا ج *

(قال) والافلينعطف اليها شعاع * ه ن * ع س * فتكون زاوية * ع س د ضعف انعطافية * ن * ونصل * د م * ن د * د ع * ونخرج * م د * الى ق * و * ن د * الى * ص * فزاوية * ص د ع * ضعف * د ن ع * اعنى باقية * ن * وزاوية * ص د ج * مساوية لعطفية * ن * فزاوية ج د ع * هى زيادة ضعف باقية * ن * على عطفيتها وكذلك * ج د ب * زيادة ضعف باقية * م * على عطفيتها ونسبة انعطافية * ن * الى عطفيتها اعنى * ا د ن * بل الى نصفها اعظم من نسبة انعطافية * م * الى عطفيتها اعنى * ا د م * بل الى نصفها فبالتفصيل نسبة انعطافية * ن * الى تمامها من نصف عطفيتها اعظم من نسبة انعطافية * م * الى تمامها من نصف عطفيتها وتمام الانعطافية من نصف العطفية هو زيادة الباقية على نسبة (١) العطفية فنسبة انعطافية * ن * الى زيادة باقيتها على نصف عطفيتها بل ضعف الاولى اعنى

---

(١) ن - نصف *

٢ الشكل ع-١٩٠

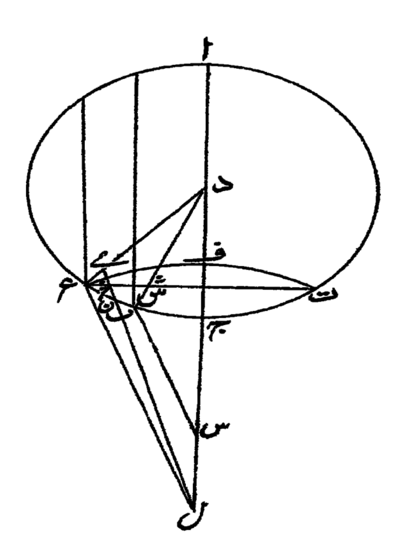


ب س د * الى ضعف الثانية اعظم من نسبة انعطافية * م * الى زيادة
باقيتها على نصف عطفيتها بل ضعف الاولى اعني * ب س د * الى ضعف
الثانية وضعف زيادة باقية * ن * على نصف عطفيتها هو زيادة ضعف الباقية
على العطفية وكذلك * ف م * فنسبة زاوية * ع س د * الى * ع د س *
اعظم من * ب س د * الى * ب د س * وبالابدال * ع س د * الى
ب س د * اعظم من * ع د ج * الى * ب د ج * وانعطافيته اعظم من تمامها
من نصف العطفية لانها اعظم من ربعها فضعف الانعطافية اعظم من ضعف
تمامها من النصف اعني زيادة ضعف الباقية على العطفية فزاوية * ع س د *
اعظم من * ع د ج * وكذلك * ب س د * اعظم من * ب د ج * ونجعل
س * مركز آ ونبعد * ع * قوس * ع ف ت * وليكن * ف * على
د س * و * ت * على محيط * ا ب ج * فقوس * ع ف * مثل * ف ت *
ونصل * ت ع * فيكون عموداً على * د س * وينتصف * م * وتكون
قوس * ت ج * مثل * ج ع * فنخرج * س ب * الى ان يلقى وتر
ت ع * على * ر * وقوسه على * و * فنسبة قوس * ع ف * الى * ف و *
كنسبة زاوية * ع س د * الى زاوية * ب س د * ونسبة قوس * ع ج *
الى قوس * ج ب * كنسبة زاوية * ع د ج * الى زاوية * ب د ج *
وقد تبين ان نسبة زاوية * ع س د * الى زاوية * ب س د * اعظم من
نسبة زاوية * ع د ج * الى * ب د ج * فقوس * ع ف * الى * ف و *
اعظم من قوس * ع ج * الى * ج ب * فبالتفصيل نسبة قوس * و ع *
الى * ع ف * اعظم من قوس * ب ع * الى * ع ج * فنسبة قوس
و ع * الى * ع ف ت * اعظم من قوس * ب ع * الى * ع ب ت *

فبالتفصيل قوس * ع و * الى * ر ب * اعظم من قوس * ع ب * الى
ب ت * فلتكن قوس * ع ى * الى * ى ب * كنسبة قوس * ع ب *
الى * ر ب * فبالعكس قوس * ت ى * الى * ى ع * كقوس * ت ب *
الى * ب ع * و نصل * س ى * و ليقطع * ت ع * على * ح (١) *
وليقطعه * د ب * على * ش * فنسبة جيب قوس * رت * الى جيب * ب ع *
كنسبة * ت ش * الى * ش ع * ونسبة حيب قوس * ت ى * الى جيب
ى ع * كنسبة * ت خ * الى * خ ع * و قوس * و ف ع * اعظم من
الشبيهة بقوس * ج ب ع * لان زاوية * ع س د * اعظم من زاوية
ع د ج * فقوس * ت ف ع * اعظم من الشبيهة بقوس * ت ج ع *
ونسبة قوس * ت ى * الى * قوس * ى ع * كنسبة قوس * ب ت *
الى * ب ع * فنسبة * ب س * الى * س ع * اعظم من نسبة * ت خ *
الى * ح ع * للمقدمة الموضوعة وذلك محال * ﴿ الشكل - ١٥١ ﴾
(اقول) ولا بد من ان نبين ان كلا من قوسى * ب ت * ب و * ليست
باعظم من ربع دائرتها ليتم المطلوب فنقول لان زاوية * س * ضعف
الانعطافية والانعطافية اعظم من ربع العطفية فضعف الانعطافية اعظم من
نصف العطفية والعطفية وان كانت اقل من قائمة فقد تقاربها وتقارب العطفية
اذ ذاك ضعف الانعطافية فيكون ضعف الضعف حينئذ اعظم من قائمة
وهى التى وتر (٢) قوس * ت ف ع * فتكون قوس * ت ف ع * اعظم
من الربع فلا جرم اذن ان قوس * ت ى * ليست باعظم من الربع
فيحتاج فيه الى بيان *
(قال) فليست نسبة قوس * ع و * الى * و ت * اعظم من نسبة قوس

(١) ن - ع * (٢) ن - توتر *

الشكل ١٩١



ع ب * الى * ب ت * فليست نسبة زاوية * ع س د * الى * ب س د * اعظم من نسبة زاوية * ع د ج * لكن الشعاع لو انعطف من * ح * الى س * لكانت نسبة زاوية * ع س د * الى * ب س د * اعظم من نسبة زاوية * د ج ع * الى * ب د ج * فليس ينعطف الى * س * شعاع موازلخط * ا ج * اكثر من واحد وذلك ماأردناه *

(د) ثم نقول كل شعاع ينعطف من * ع * فانه ينتهى الى نقطة من خط ج س * فيما بين * ج س * ولا ينتهى الى ماوراء * س * والا فنعيد الشكل وليكن مثل * ع ل * فتكون زاوية * ل * ضعف زاوية الانعطاف فتكون اعظم من زاوية * س * لان انعطافية * ع * اعظم من انعطافية * ب * الى * ب د ج * وتكون نسبة زاوية * ل * الى زاوية * س * اعظم من نسبة زاوية * ع د ج * الى * ب د ج * ولتكن نسبة زاوية * ع ل د * الى د ل ى * كنسبة زاوية * ع د ج * الى * ب د ج * ولتكن نقطة * ى * على قوس * ب ف ع * فتكون زاوية * ى ل د * اعظم من * ب س د * فخط ى ل * يلاقى * ب س * من وراء نقطة * س * فخط * ى ل * فيما بين خطى * س ب * ل ع * وهو يقطع * ت ع * وليكن على * خ * مثل ل خ ى * فنسبة قوس * ع ف * الى * ف ى * كنسبة زاوية * ع ل د * الى * ى ل د * وكنسبة زاوية * ع د ج * الى * ب د ج * فنسبة قوس ع ف * الى * ف ى * كنسبة قوس * ع ج * الى * ج ب * فنسبة قوس ف ع * الى * ع ى * كنسبة قوس * ع ج * الى * ع ب * فنسبة قوس ب ف ع * الى * ع ى * كنسبة قوس * ب ج ع * الى * ع ب * فنسبة ف ى * الى قوس * ى ع * كنسبة قوس * ت ح ب * الى * ب ع *

فنسبة جيب قوس * ج ب * الى جيب قوس * ب ع * اعظم من نسبة جيب قوس ت ف ى * الى قوس * ى ع * (١)

فنسبة جيب قوس * ب ج ت * الى جيب قوس * ب ع * اعظم من نسبة جيب قوس * ت ف ى * الى قوس * ى ع * فنسبة * ب س * الى * س ع * اعظم من نسبة * ب ح * الى * ح ع * وذلك محال فليس ينعطف الشعاع من نقطة * ع * الى نقطة من وراء * س * وتبين انه لا ينعطف الى * س * فتعين المطلوب * ﴿ الشكل - ١٩٣ ﴾

﴿ الحاصل ﴾

فقد تبين ان كل شعاع موازٍ * لا ج * فانه اذا وصل من الشمس الى كرة ا ب ج * فانه ينعطف الى نقطة من * ا ج * من وراء * ج * وان كل شعاع منها يكون ابعد من * ا * ينعطف الى نقطة اقرب من * ج * وانه لا ينعطف الى نقطة واحدة وراء * د ج * الا شعاع واحد من الاشعة الموازية لا ج * التى فى سطح دائرة * ا ب * وان الاشعة المنتهية الى المبدأ مبدأ تنعطف جميعا الى نقطة من خط * ا ج * وراء نقطة * ج *

(اقول) وانا اسمى تلك النقاط نهايات فيكون لكل مبدأ منتهى *

(قال) وقد بقى ان نحد نهاية الخط الذى عليه جميع النهايات ليتعين موضع الاحراق *

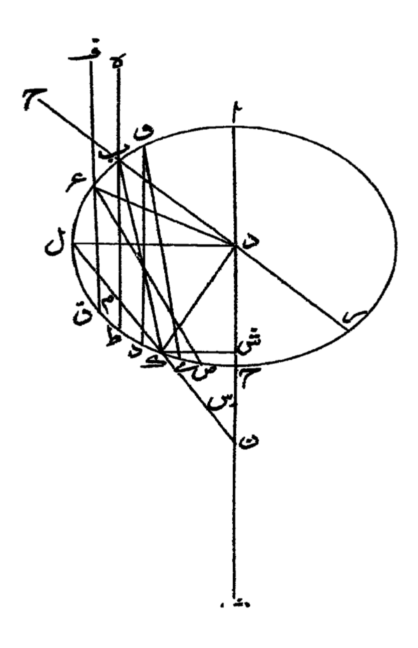
الشكل الخامس

(ه) فلنعد دائرة * ا ب ج * ونخرج * ه ب ط * موازيا * لا ج * فشعاع * ه ب * ينعطف الى قوس * ط ج * فليكن على * ب ك * ثم الى * ن * ونصل * د ب * وننفذه الى * ح * و * ر * وقد بين

(١) كتب المستر كرتكو ههنا كلاما محووقة وذكرانها زيادة مهمة من نسخة ليدن ولكن وجدناها مكررة مما تقدم فحذفناها * ح

بطلميوس

الشكل ١٩٢



بطلميوس فى المقالة الخامسة من كتابه فى المناظر ان العطفية اذا كانت اربعين على ان القائمة تسعون فان الباقية تكون خمسة وعشرين واذا كانت العطفية خمسين كانت الباقية ثلثين *

(اقول) ويعنى انه فى كرة زجاج على مايشير به كلامه فى صدر المقالة *

(قال) فتبين من ذلك ان انعطافية الاربعين جزء بين خمسة عشر جزء وانعطافية الخمسين عشرون فتبين ان زيادة انعطافية الاربعين على الخمسين نصف زيادة العطفية الاولى على العطفية الثانية ثم بين بطلميوس ان زيادة الانعطافية على الانعطافية من بعد الخمسين تكون اعظم من نصف تفاضل العطفيتين فاذا كانت قوس * ا ب * اربعين على ان المحيط ثلث مائة وستون كانت زاوية * ا د ب * اربعين وكذلك * ه ب ح * وزاوية * د ب ك خمسة وعشرين فزاوية * ر د ك * خمسون فزاوية * ج د ك * عشرة واذا كانت قوس * ا ب * خمسين جزءا وكذلك زاوية * ه ب ح * وزاوية * ا د ب * كانت باقية * د ب ك * ثلثين و * ر د ك * ستين * فج د ك * ايضا عشرة فالشعاعان الموازيان * لا ج * المنتهيان الى نقطتين بعداهما عن * ا * اربعون وخمسون كلاهما ينعطفان الى نقطة * ك * التى بعدها عن * ج * عشرة اجزاء ثم لابد ان ينعطف من بعد الى نهايتين مختلفتين من خط * ج س * لما تقدم فى * د * فان كانت قوس * ا ب * خمسين فكل شعاع موازيصل الى نقطة من وراء * ب * فانه ينعطف الى نقطة فيما بين * ج ك * وذلك لان زيادة قوس * ا ع * على قوس * ا ب * هى زيادة زاوية * ا د ع * على * ا د ب * اعنى نقطتى * ع ب * وهى زاوية * ب د ع * فزيادة انعطافية * ع * على انعطافية * ب * اكثر من

نصف * ب د ع * وهذه الزيادة تفصل من قوس * ب ع * اكثر من نصفها واذا كانت على المحيط فانها توتر قوسا هى اعظم من * ب ع * اعنى ق ط * وانعطافية * ب * توتر قوس * ط ك * فانعطافية * ع * توتر قوسا اعظم من * ق ك * فشعاع * ف ع * ينعطف الى نقطة بين نقطتى * ك ج *

(اقول) وذلك لان الشعاع الممتد الى * ب * ينعطف الى * ك * سواء كان * ب * طرف قوس الخمسين او الاربعين *

(قال) فليكن على * ع ق * وقدتبين ان الشعاع الذى يمتد الى نقطة وراء النظيرة لنقطة * ب * وينتهى الى نظيرة * ط * فانه ينعطف الى نقطة فيما بين * ج ن *

(اقول) ينبغى ان تحمل النظيرة على ما يشتمل كلا من نقاط المبدأ الذى تكون هى عليه وكلا من النقاط التى يشبهها فى كل كرة تفرض *

(قال) فالاشعة الموازية المنتهية الى موضع بعده من طرف القطر اكثر من خمسين ينعطف الى نقطة فيما بين النقطة التى ينعطف اليها الشعاع من طرف الخمسين و بين طرف القطر النظير لنقطة * ج * ثم ينعطف الى نقطة من الخط النظير لخط * ج ن * فنظيرة * ك * هى التى تحد جميع النقط التى تنعطف اليها الاشعة التى من وراء الخمسين جزءاً ونظيرة * ن * هى التى تحد جميع النقط التى تنعطف اليها الاشعة المذكورة ثانيا ونخرج * ن ك * الى ان يلقى المحيط على * ل * وليقطع * ب ط * على * م * فتكون زاوية * ب ك م * مثل زاوية * ك ب م فتكون * قوس * ب ل * مثل قوس * ط ك * و اذا كانت * ا ب * خمسين * فط ك * اربعون *

(اقول)

(اقول) وذلك لان * ج ك * عشرة *
(قال) فكذلك * ب ل * فقوس * ا ل * تسعون فاذا اخرج القطر النظير * لا ج * ونصف * ا ب ج * على * ل * وجعل * ج ك * عشرة ووصل * ل ك * واخرج الى ان يلقى * ا ج * كان الخط الذى ينفصل بين * ل ك * وبين * ج * اعنى * ز ج * هو الذى يحيط بجميع النهايات لاشعة قوس * ب ل * والاشعة التى تصل الى قوس اربعين تنعطف الى * ك ج * ثم الى نقطة وراء * ز * لان قوس * اب * اذا كانت اربعين كان شعاع * ب ط * من وراء كل شعاع يصل الى قوس * ا ب * فاذا وصل شعاع الى نقطة بين * ا ب * مثل * و * كانت زيادة انعطافية واقل من نصف قوس * ب و * اذا كانت الزيادة على المركز واقل من * ب و * اذا كانت على المحيط ونخرج * و د * موازيا * لب ط * ولينعطف الشعاع على * و ى * فتكون زيادة قوس * ط ك * على قوس * ك ى * اقل من * ط ك * فنقطة * ك * فيما بين نقطتى * د ى * فنقطة * ى * فيما بين * ك ج *
(اقول) كون * ي * فيما بين * ك ج * ضروري والا لكانت اماجيب * ك * اومن ورائها ويلزم ان تكون الزيادة بقدر * ط د * او اكثر فاما كون * ك * بين * د ي * فغير لازم ولا مانع ايضا *
(قال) فتكون * ن * اقرب الى * ج * من منتهى الشعاع المنعطف من * ى *
(اقول) الكلام من قوله فاذا وصل شعاع الى نقطة بين * ا ب * مثل * و * الى هاهنا مستغنى عنه لان النتيجة معلومة مما سلف *
(قال) فالشعاعات التى تمتد الى قوس الاربعين تنعطف جميعها الى ماوراء

* ن * وتحدث هى وسائر الاشعة عند النهايات زوايا كل منها ضعف الانعطافية والخطوط الواصلة بين * د * وتقاطع الانعطاف الثوانى تحيط مع * د ج * بزوايا كل منها زيادة ضعف الباقية على المطفية التى هى اصغر من الانعطافية والزوايا التى عند النهايات تكون اعظم من نظائرها التى عند المركز فنصف قطر الدائرة ابدا اعظم من خط الانعطاف المنتهى الى النهاية وخط الانعطاف اعظم من الخط الذى يحد * ه ج * والنهاية فهذا الخط ابدا اصغر من نصف القطر ونجعل * ج ث * مثل نصف القطر فيكون جميع النهايات اقرب الى * ج * من * ث * والشعاعات الممتدة الى قوس الاربعين هى اقرب الى * ا * وتنعطف الى * ن ث * فاما التى وراء * الاربعين فان مايصل منها الى قوس * لـ ج * ينعطف الى * ج ن * وهى التى من وراء الخمسين وما يصل منها الى نقطة من وراء * لـ * ينعطف ايضا الى * ج ن *

(اقول) تفصيل الاشعة التى من وراء الاربعين مستغنى عنه ايضاً *

(قال) فالشعاعات التى تنعطف الى * ج ن * اكثر من التى تنعطف الى ن ث * ونصل * د ث * فيكون عمودا على قطر * ا ج * وهو ستون ويخرج عمود * لـ ش * عليه فتكون عشرة ونصفا تقريبا اذ هو جيب * لـ ج * ونسبة * ل د * الى * لـ ش * كنسبة * د ن * الى * ن ش * و خط ش ج * اكثر من نصف جزء فخط * ن ج * اقل من عشرة اجزاء فهو اقل من سدس * ن د * فر ج * اقل من خمس * د ج * وننصف * ن ج * على * س * فالشعاعات المنعطفة الى * س ج * اكثر بكثير من المنعطفة الى س ن * و * س ج * اقرب الى نقطة الانعطاف من * س ن * فالحرارة

عند

عند * س ج * اكثرمنهاعند * س ى * فالاحراق انمايكون على * س ج *
الذى هو ربع القطر وذلك ما اردناه *

(اقول) لا شك ان * ن ج * اذا كان اقل من خمس * د ج * فنصفه
اقل من عشر * د ج * فلايكون الاحراق على * س ج * احراقا على ربع
القطر و الظاهر ان ذلك سهو من الناسخ *

والصواب ان ينصف * ث ج * ليحصل ما ذكرو ان تكون نقطة * س *
فيما بين * ث ن * فى الشكل وقد تصفحت نسختين من مقالته هذه فوجدته
فيهما على مااوردته فاوردت على ما وجدته و نبهت على مافيه الى الفرج * (١)
وقد تبين ان الانعطافية الخمسين * لـ ٦ * و باقيها * ل ٦ * والانعطافية
الاربعين * ه ٦ * و باقيها * كه ٦ * وان تفاضل الانعطافيات بعد الخمسين
اعظم من نصف تفاضل عطفياتها والتى قبل الاربعين اقل فظاهر ان تفاضل
انعطافيتى الاربعين والخمسين كتفاضل باقيتهما و مجموع التفاضلين كتفاضل
العطفيتين وانعطافية الستين تزيد على انعطافية الخمسين باكثر من * ه * فباقية
الستين تزيد على باقية الخمسين باقل من * ه * ضرورة ولان مجموع الزيادتين
هو زيادة الستين على الخمسين اعنى عشرة فزيادة انعطافية الستين على انعطافية
الخمسين اعظم من زيادة باقية الستين على باقية الخمسين كذلك الى نهاية
الانعطاف ويكون تمثيل هذا البيان زيادة انعطافية الاربعين على انعطافية
الثلاثين اقل من زيادة الباقية وكذلك الى اوائل الانعطاف فزيادة الباقيات
المتوالية من اوائل الانعطاف اعظم من زيادة انعطافاتها الى حد ما نسميه الفضل
المتصاغرة الى ان تصير صفرا ثم تصير زيادات الانعطافيات اعظم متدرجة

(١) من هنا الى آخر الجدول زادها المستر كرنكو عن - ل - فاثبتناها كما هى - ح *

من غاية الصغر الى غاية من العظم عند انتهاء الانعطاف وزيادات الانعطافيات مابعد الفضل على انعطافيات مابعده اعظم من زيادات الباقيات وكذا زيادات انعطافيات مابعده على انعطافية الفضل اعظم من زيادات الباقيات على مافيه الفضل وزيادات انعطافية الفضل وماقبله تكون اصغر من زيادات الباقيات فاما انعطافيات ما بعد الفضل فان زياداتها على انعطافيات ماقبله قدتزيد على زيادات الباقيات وقدتساوى وقدتنقص فان زادت تقاطع الشعاعان داخل الكرة أوتساويا تقاطعا عند محيط الكرة وان تتصوب مخارج الكرة ولما كانت توافى (١) الانعطافيات فى الاغلظ كانعطافياتها فى الالطف فى اقتضاء قدر الانعطافية وتحقق ان تفاضلات الانعطافيات فى الاغلظ قدتزيدعلى تفاضلات باقياتها وقد تساويها فتفاضلات الانعطافيات فى الالطف قدتزيد على تفاضلات عطفياتها وقد تساويها وذلك ماوعدنا ببيانه اوائل الفصل الثالث من المقالة السابعة وقد استخرجنا انعطافيات المطفيات المتفاضلة بخمس خمس وباقيتها على ان الانعطاف من الهواء فى الزجاج بناء على المعطى من انعطافيتى الاربعين والخمسين وسلكنا فيه مسلكا لطيفامن اصناف قوس الخلاف فخرجت على ما وضع فى الجدول و ذلك تخمين لا نقادر التحقيق فيمانحن بصدده من التمثيل لشىء نعتد (٢) به فمن اراد استخراجهاعلى تفاضل درجة درجة اوادق فليقسم التفاضلات المتوالية على خمسة اوغير ذلك حسب مايوجبه التدقيق ثم يزيد الحاصل مرة بعد أخرى على الاولى الى ان يبلغ الاخرى وعلى ذلك حتى يحصل المطلوب *

و هذا هو الجدول

---

(١) لعله ــ بواقى * (٢) كذا *

انعطافيات في الالطف	الانعطافيات	التفاضلات	الباقيات انعطافيات في الاغلظ	التفاضلات
	جه قه سه	جه قه سه	جه قه سه	جه قه سه
٦ نط	٦ ٢ ٦		٦ مد ٦	
ه ٦	ا ك كه	ا ه كه	٦ لط له	ب نه له
٧ ٦	ب نا نه	ا ل ن	ر ح مه	٦ كط ٧
نه ٦	د لا نح	ا م لح	٧ كج د	٦ ط ك
ك ٦	و عا م	امط من	لج لج ك	٦ ٧ ٦
كه ٦	ح ك ٦	الح ك	لو م ٦	ج ا م
ل ٦	٧ كو نه	ب و نه	نط لج نه	ب نح مه
له ٦	ب لط مح	ب فيح لج	ك ك ب	ب نو كو
م ٦	نه ٦ ٦	ب ك ب	كه ٦ ٦	ب لط صح
مه ٦	ر كو نه	ر كو نه	كو لج نه	ب لج نه
ن ٦	ك ٦ ٦	ب لج نه	ل ٦ ٦	ب كد نه
نه ٦	ك ما نه	ب ما نه	ل لج مه	ب لح نه
س ٦	كد ل ٦	ب مح نه	لد ل ٦	ب نا نه
سه ٦	كح كح نه	ب نو نه	لو لج مه	ب ج نه
ع ٦	لا ل ٦	٦ ٦ مه	لح ل ٦	ا و نه
عه ٦	لد ما نه	٦ ما نه	م لح نه	ا مح نه
ف ٦	مح ٦ ٦	٦ لح مه	مب ٦ ٦	ا ما مه
فه ٦	ما كو نه	٦ كو نه	مج لح مه	ا لح مه
فط نط	مدنط كط	٦ لج ند	مد نط لا	ا كه مه

قال تكملة

ثم ان كل نقطة من الكرة تخرج اليها الاشعة من جميع جرم الشمس المقابل لها والشعاع الموازى احدها الا ان جميعها يحيط مع الموازى بزوايا فى غاية الضيق ليس لها قدر محسوس فاذا انعطف الموازى انعطف الجميع معه محيطة به فينعطف الجميع الى النقطة التى اليها ينتهى الموازى حيث انتهى فيصير الموضع الذى يحصل فيه جميع المنعطفة جزءا من الهواء ذا قدر غير مقتدر لضيق رأس المخروط *

(اقول) يعنى انه المخروط المعكوس الوضع الملتئم من اشعة جميع نقاط الشمس المنتهية الى نقطة الانعطاف للخط الموازى *

(قال) وقرب المسافة *

(اقول) يعنى بين رأس المخروط وموضع الانتهاء *

(قال) ولا تكون نقطة متوهمة ولذلك حصلت فيها حرارة ولو كانت نقطة متوهمة لما حصل فيها حرارة ولو كانت(١) النقطة التى تنتهى اليها اشعة جرم الشمس فى السطح الاعلى من الكرة ليست نقطة متوهمة بل هو جزء صغير من سطح الكرة *

(اقول) كأنه يريد بها نقطة تحصل فيها حرارة ليتضح كلامه *

(قال) الا انه اصغر من الجزء الذى ينعطف اليه لان الاشعة التى تخرج من جميع جرم الشمس الى جزء صغير من سطح الكرة تكون مخروطا وذلك الجزء الصغير رأسه فاذا انعطف كان منخرطا الى السعة فكل نقطة

---

(١) كذا — وجواب لو لم يذكر فالظاهر ان قوله — لو كانت — زائد انتقل نظر الناسخ من حرارة — الثانية الى حرارة — الاولى — ح ☆

على * ج س * ينعطف اليها شعاع يحيط بها جزء من الهواء به قدر يسير حسا فمن اجل ذلك تحصل على * ج س * اجزاء كثيرة من الهواء كل واحد منها له قدر محسوس فى كل منها حرارة وصلت اليه من جميع جرم الشمس فلذلك يحدث عنده الاحراق *

حاصل الفصل

فكل كرة من البلور وما شابهه صحيحة الكرية شديدة الشفيف اذا قوبل بها جرم الشمس فانها تحدث احراقا فى خلاف جهة الشمس عند بعد من الكرة يكون اقل من ربع القطر وكذلك القارورة اذا كانت كرة من زجاج نقى قد ملئت ماء صافيا لان شفيف الزجاج النقي والماء متشابهان جدا فالشعاع النافذ فى القارورة لاينعطف ما يعتد به فاما ان كانت خالية فلا لاختلاف شفيف الهواء والقارورة فاذا نفذ الشعاع فى القارورة ووصل الى الهواء انعطف ثم اذا وصل الى القارورة انعطف ثانيا فيكون عند النهاية على اربعة انعطافات والانعطاف يضعف الشعاع فاذاكثر تكراره قل تأثيره *

(اقول) وعند هذا الكلام ختم المقالة *

الفصل الثانى

فى حال رؤية المبصرات بتوسط الكرة المشفة الصقيلة وهو اربعة اصول *

(الاول) للرؤية بتوسط كرة واحدة *

الاصل الاول الفصل الثاني

مقدمة

معلوم مما سلف ان البصر انما يدرك المبصرات من صورها الواردة على سموت خطوط الشعاع وان الضوء الوارد من نقطة على سمت

مستقيم

مستقيم اذا انعكس اوانعطف الى نقطة اخرى على سمت آخر ثم فرضت النقطة الاخرى ذات ضوء فان ضوءها الوارد على سمت انعكاس الاولى الى نقطة الانعكاس اوسمت انعطاف الاولى الى نقطة الانعطاف تنعكس اوينعطف على سمت ورود ضوء الاولى الى الاخرى وكذالو تعددت الانعكاسات اوالانعطافات منفردة اومجتمعة واذذاك فاذا بينا حال خطوط الشعاع على ان مركز البصر نقطة مضيئة فى انعكاساتها تبين ان المبصرات التى تجتمع عليها طائفة منها تردصورها على الطائفة منعكسة اومنعطفة بعكس الورود الى ان تنتهى الى البصر فيكون المبصر حينئذ مدركا بعكس الطريق الذى به انتهت خطوط الشعاع اليه *

(فنقول) وبالله التوفيق لما تقرر حال انعطاف الاشعة الخارجة من مركز الشمس الى الكرة المشفة فيها اولا ثم عنها فى الهواء ثانيا وان الضوء طبيعة واحدة متشابهة(١) فى مقتضى الورود على الاستقامة والانعكاس والانعطاف فاذا قابل البصر كرة مشفة صقيلة تشكل بينه وبين مايقابله من سطحها مخروط سهمه هوالخط الواصل بين المركزين و يكون السهم نافذا منها على الاستقامة و سائر الاشعة منعطفة فيها ومعلوم ان الزوايا العطفية تتزايد بحسب تباعد مسقط الشعاع عن القطب وتكون الغاية تسعين عند نهاية القطعة و ذلك ان بعد مركز البصر عن الكرة كبعد مركز الشمس عنها فالانعطافات على ماتقرر اعنى ان الشعاع المنتهى الى النقطة من سطحها التى عطفيتها اربعون ينعطف فى داخل الكرة الى جيب ينتهى اليه المنعطف عن النقطة التى عطفيتها خمسون و يكون حال الاشعة التى قبل الاربعين و بعد الخمسين ايضا كما تقرر فى شعاع الشمس و بين ان كل خط

---

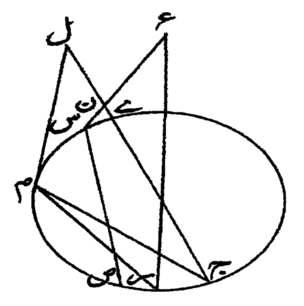
(١) ن - مشفة *

من خطوط الشعاع المنتهي الى الكرة ينعكس عنها لصقالها وينعطف فيها لشفيفها فاذا انتهى الى سطحها من الجهة الاخرى انعكس ايضا فيه لصقال السطح وان سطح الانعكاس لكل منها هو بعينه سطح انعطافه فنفرض سطحا من سطوح الانعطاف قاطعا للكرة على دائرة فصل*

(ولتكن) دائرة * ر * ونخرج من البصر اشعة الى اطراف القسي التي عند نهاياتها تكون لزوايا العطفية عشرة وعشرين وثلثين الى التسعين وهي تسعة خطوط ومع السهم عشرة والخمسة الاولى القسم الاول والباقية القسم الثاني وتقرر ان جميع هذه الخطوط تجتمع بعد انعطافها في قطعة مقابلة للقطعة المقابلة للبصر قطبها النقطة المقابلة لقطب الاولى وتجوز هادائرة ما بين قطبها ومحيطها من عظيمة للكرة عشرة ونسميها قطعة الاجتماع فالقسم الاول تنعطف خطوطها في الكرة وتجتمع في قطعة الاجتماع على ترتيبها اعني ان الابعد عن السهم ينعطف الى نقطة ابعد عن السهم ايضا واما القسم الثاني فتجتمع خطوطها على خلاف ترتيبها لان الابعد عن السهم ينعطف الى نقطة اقرب وقد تبين ان جميع الاشعة تلاقي السهم خارج الكرة سواء كان جسم الكرة متصلا من الطرف المقابل اولا وان الاقرب من السهم في المخروط المتشكل بين البصر والكرة يلاقيه على نقطة ابعد من قطب قطعة الاجتماع الا ان الكرة اذا كانت تامة انعطفت الاشعة ثانيا وصارت نقاط الالتقاء اقرب جدا من قطب الاجتماع وقد بان ان هذه الاشعة لا ينعطف منها شيء الى قطب قطعة الاجتماع بل انما تنتهي الحاشية منها بالقرب من القطب فكلما كان البصر ادنى من الكرة كان موقع الحاشية (١) في قطعة الاجتماع ابعد فلنفرض البصر * ل * والحاشية * ل م * ونخرج من * ل * قطرا

(١) في الاصل — الخامسة ☆

الشكل ١٩٣



فيمر بنقطتي القطعة المقابلة والاجتماع وليكونا * ى ج * ولينعطف * ل م * على * م ر * فر ج * هي القوس التي بين موقع الحاشية وقطب القطعة ثم نخد بر شكل * ل م * ر ج * في سطح الدائرة على مركز ها قد وايقرب * م * من * ى * دون ان ينتهي اليها وليحصل على وضع * ع س * س ف * فيبعد * ف * عن * ج * وبقدر ذلك * ص * عن * ر * و * س * عن * م * فيقطع * س ع * خط * ل ى * وليكن على * ن * فيكون * ص * موقع الحاشية بالقياس الى * ع * وكذلك بالقياس الى * ن * واذا كان البصر عنده يكون حينئذ * ص ج * القوس التي بين موقع الحاشية قطب القطعة وهي اعظم من * ر ج * وهو المراد فهذه القوس تعظم بحسب قرب البصر من الكرة وغايتها قوس قريبة من مجموع قوسى * ر ج * م ى * ولا تبلغها ابدا ويبين ذلك بالاعتبار ايضا اذا ادنيت البصر من الكرة جدا ووضعت الكرة على سطر مكتوب فانك تدرك من الكتابة اكثر مما يدركها حال ما يبعد البصر عنها وسيأتي تمام البيان ان شاء الله تعالى

﴿ الشكل – ١٧٩ ﴾

(فاشعة) القسم الاول تنعطف في الكرة على ترتيبها وتنتهي الى قطعة الاجتماع على ترتيبها وتنعطف عنها ثانيا على ذلك الترتيب ثم تلاقى السهم كما ذكر واشعة القسم الثاني تنعطف اولا على ترتيبها ثم تلاقى في نفس الكرة على نقاط متقاربة ثم تختلف اوضاعها فتنتهي الى قطعة الاجتماع على خلاف ترتيبها في المخروط المتشكل وتنعطف عنها ثانيا على الترتيب المخالف وتلاقى السهم كما ذكرنا على نهايات جميعها اقرب من قطب الاجتماع من النهايات الاولى ثم ان جميعها يجاوز السهم بعد النهايات فتصير الخطوط المتيامنة عن

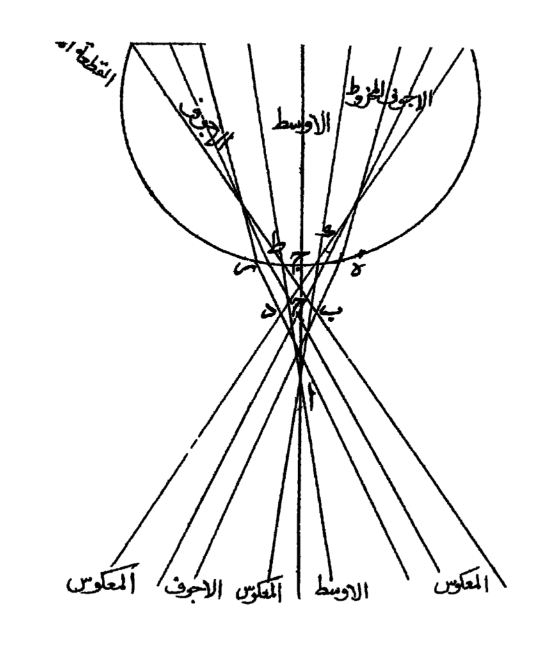
السهم متياسرة وبالعكس فاذا تصورنا ذلك في جميع نقاط كل من المبادى التى على القطعة (١) المقابلة تبين ان سطوح المخروطات التى رؤوسها مركز البصر وقواعدها المبادى التى على القطعة المقابلة تنعطف جميعها فى الكرة الى مباد ثوان نظائر للاول على المخروطات مستدقة الى نحور رؤسها ثم تنعطف فى الهواء على مخروطات تامة الى النهايات ثم تتسع بعد ذلك على مخروطات مقابلات للتى بين النهايات والمبادى الثوانى ذاهبة نحو القواعد الى ان تنقطع بجسم كثيف او يضمحل الضوء وتصير الاشعة فى المخروط المقابل مختلفة الاوضاع بالقياس الى السهم فتصير المتيامنة عنه متياسرة وبالعكس *

الحاصل

(فالمخروط) المتشكل ينقسم قسمين قسم يحوزه المخروط الذى قاعدته مبدأ هو نظير دائرة نهاية قطعة الاجتماع من المبادى الثوانى ولنسمه المخروط الاوسط وقسم هو ما بقى من المتشكل ولنسمه المخروط الاجوف وقد سبق ان مخروط الشعاع مخالف الاجزاء بيانا (٢) واشتباهاً فاصدق مواضعه رؤية هو موضع السهم واشد مواضعه اشتباها حواشيه وما قرب من السهم ابين مما بعد وان الانعطاف والانعكاس يضعفان الصور وانه كلما كانت زاويتاهما اعظم كان الضعف الحادث بهما اكثر فالمخروط الاوسط يكون بعد الانعطاف الاول الاقوى من الاجوف للسببين اعنى الاستقامة والانعطاف وما يقرب من السهم منهما اقوى مما بعد واذا انعطفا فى الهواء ثانيا زاد الضعف فيهما للانعطاف الثانى وكان الضعف الحادث فى الاوسط اقل ايضا من الحادث فى الاجوف وفيما قرب من السهم فيهما اقل مما فى الحواشى ولنسم المخروط المتشكل بعد انعطافه الثانى مخروط الاحراق

(١) ن — النقطة * (٢) ن — ثباتا *

الشكل ١٩٤



القطعة ا ه
الاجوف
الاوسط
الاجوف المخروط
ط
ج
ه
د
ب
ا
المعكوس
الاجوف
المعكوس
الاوسط
المعكوس

الاحراق واجزاؤه التي لم تصر بعد معكوسة المخروطات المحرقة فلنخرج في دائرة * ه ر * وتر قاعدة القطعة المقابلة فينقسم الى * ج * يقع في الاوسط وينصفه السهم والى جزئين آخرين متساويين عن جنبتي الاول يقعان في الاجوف وليلق الشعاع (١) المنعطفان المارات بطرفي الجزء المتوسط محيط الدائرة عند نهاية نقطة الاجتماع على * ه ر * وليكن * ج * قطب القطعة و * ا * رأس المخروط المنعطف ثانيا الذي قاعدته نقطة الاجتماع وسطحه هو سطح المخروط الاوسط ولتتلاق حاشيتا الاجوف بعد الانعطاف الثاني على * ح * من السهم وليكن * ط ح ب * الحاشية اليمنى ذاهبة في جهة اليسار (٢) و * ك ح د * اليسرى ذاهبة في جهة اليمنى و * ر د * حاشية الاوسط اليمنى و * ه ب * اليسرى متلاقيتين على ا * و لتلق الحاشية الاجوف اليمنى على * ط * واليسرى على * ك * فثلث * ك ح ط * ليس فيه الاشعة الاوسط وسطح * ط ح * د ر * فيه طائفتان من الاشعة هما جميع الاشعة المتيامنة من الاوسط والاجوف وسطح * ك ح * ب ه * يشتمل على الاشعة المتياسرة منها وسطح * اب * ح د * يشتمل على جميع اشعة المخروطين والسطح الذي يمتد من خط ب ا * فيما بين خطي * ح ب * د ا * ليس فيه سوى الاشعة المتيامنة من الاجوف اذا تجاوز المخروطات المحرقة والسطح الذي يمتد من خط د ا * فيما بين خطي * ح د * ب ا * ليس فيه سوى الاشعة المتياسرة من الاجوف وهذ ان السطحان هما الاجوف المعكوس وما بينهما هو الاوسط المعكوس ﴿ الشكل - ١٩٨ ﴾ واذا ادرت

(١) كذا ولعله الشعاعان — ح * (٢) ن — في وجهة اليمين *

الدائرة مع الخطوط الداخلة والخارجة على السهم حصلت صورة مخروط الشعاع وانحاء امتداد اشعتها بعد الانعطاف الاول والثانى ومن هذه الصور يسهل تصور ما ذكر وما يلى السهم من جميع المعكوسات والمستويات اقوى مما يتطرف وبين ان الاجوف المعكوس يتسع ذاهبا وتصير سعته فى مسافته قريبة اعظم من سعة قاعدته على القطعة المقابلة وكذا الاوسط المعكوس لكن فى مسافة ابعد *

الحاصل

كان البصر خطاً معترضا فى مخروط * ط ح ك * فانه يرى بالانعطاف فاذا اعظم وفى الاوسط وله صورة واحدة مستوية وهذا هو المخروط الذى اذا ادنيت البصر من الكرة عظم طولا وزاد سعة واستتبع مثل ذلك فى جميع اجزاء الاجوف والاوسط فيرى من السطر المكتوب اكثر مما يرى اذا بوعد البصر عن الكرة واذا كان فى مجسم * ط ح * د ر * فانه يرى تارة فى الاوسط اعظم ومستويا وتارة فى الايمن من الاجوف معكوسا والاقرب منه الى السهم ابعد والابعد اقرب واذا كان فى مجسم * ك ح ب ه * فانه يرى تارة فى الاوسط اعظم ومستويا وتارة فى الايسر من الاجوف معكوسا كما ذكر واذا كان فى مجسم * ا ب ح د * رؤى فى الاوسط عظيما مستويا وفى جميع جهات الاجوف معكوسا كالحلقة ان كان يقطع السهم وهو صغير جدا ولهذا السبب يرى الجسم الصغير حلقة مع ما يرى على صورته كما ذكره ابن الهيثم رحمه الله فى اغلاط الانعطاف وان لم يقطع السهم فمن ثلثة مواضع مستويا فى الاوسط ومعكوسا فيما يليه معكوس الوضع مع السهم ومعكوسا آخر فى الحواشى مقابلا له مشابه الوضع مع السهم وقد تحصل

صورتان

صورتان منها او الثلث فتدرك من قوس مشتبها غير محصل وان كان في الشق الا يمن من الاجوف المعكوس رؤى فى الا يسر منه وبالعكس ولا يرى فى الاسط وان كان في الا يمن من الاوسط المعكوس فى جوف اجوف المعكوس رؤى فى الا يسر من الا وسط معكوسا ولا يرى فى الاجوف الا ان المبصر اذا كان فى طرف الاجوف فكثيرا مالا يرى لضعف الصورة وصغرها والصورة على جميع التقادير تكون مشوهة لان اجزاءها التي تلي السهم ترى ابدا اعظم مما بعد *

﴿ الاعتبار ﴾

(اذا) كان المبصر صغيرا و ليكن دائرة صغيرة نصفت بقطرها وجعل احد نصفيها احمر اللون والآخر اسود ثم جعل مركزها عند * ج * فانها ترى اعظم مما هي عليه ومستوية فاذا حركت على السهم فى جهة التباعد على رفق وتؤملت وجدأ نها كلما تزداد بعدا تزداد عظماً الى ان تظهر شبه حلقة على لونها اعنى انها تكون مركبة من جزئي سواد وحمرة و كحلقتين متقاطعتين لا فرجة بينهما ثم يزداد عرض الحلقة قليلا قليلا ويتصاغر دورها وتزداد الدائرة فى نفسها عظما الى ان تماس الحلقة وتأخذ فى التداخل فتأخذ صورة الدائرة فى الامتزاج بالحلقة و تشتبه صورتها و عند هذا تكون فى حدود رأس المخروط الاوسط المنعطف ثانيا فاذا جاوزت الاوسط المحرق الى المعكوس انمحت الحلقة و صارت صورة الدائرة معكوسة و اخذت فى التصاغر و لا تزال تتصاغر و عن كثب ما تصير اصغر مما هي عليه وكذا الى ان تخفى عن البصر من مسافة قريبة واذا كانت دائرتان صغيرتان على مركز واحد والكبيرة حمرة والصغيرة سوادا

مثلا تحريكنا ان يكون السهم ماراً بمركزهما عمودا عليهما فاذا كانتا فى الاوسط المعكوس خارج المخروطات المحرقة فيدركان دائرتين على وضعهما اعنى ان الكبيرة تكون حمرة فاذا تحركتا نحو الكرة وعلى الوضع المذكور دائماً عظمتا فاذا انتهى محيط الصغيرة الى محيط مجسم الاجتماع ظهرت دائرة سوداء مشتبهة فى داخل الصغيرة ثم اتسعت عن دائرتى سواد ويتباعدان فالكبرى الى الحاشية و الصغرى الى الوسط الى ان ينتهى محيط الكبيرة الى محيط الجسم فتظهر دائرة حمرة ثم يتسق عن دائرتى حمرة فتدرك ست دوائر كبيرة حمرة متلونة بسواد ثم سواد ثم حمرة ثم سواد وهكذا الى ان ينتهى محيط الكبيرة الى محيط الجسم فتنعدم الكبرى وتبقى الخمس الى ان ينتهى محيط الصغيرة الى محيط المجسم فتنعدم الثانية وتبقى الاربع الى ان ينتهى محيط الصغيرة الى محيط مجسم * ك ح ط * فتنعدم الثالثة وتبقى الثلث الى ان ينتهى محيط الكبيرة الى محيط مجسم * ك ح ط * فتنعدم الرابعة وتبقى الاخريان *

تنبيه

وقد ظهر مما ذكرنا ان المبصر قد يكون مقابلا مدركا بالاستقامة ويكون بين البصر و بينه كرة مشفة عن جهة من الخط الواصل بينه و بين البصر فتظهر صورة المبصر من الكرة بالانعطاف من الجانب للكرة التى(١) فى جهة ميل الكرة عن الواصل لما قد علمت ان المتياسر يرى متيامنا وبالعكس وهذا مما يسهل اعتباره فى المبصرات المضيئة والمسفرة الالوان المقتدرة الحجم *

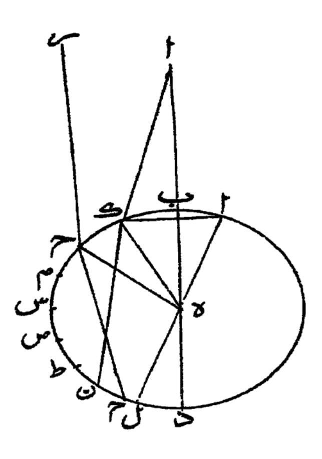
مقدمة (٢)

واذ قد علمنا مواقع الاشعة الموازية للسهم من قطعة الاجتماع فقد علمنا

(١) كذا ولعله ــ الذى ــ ح ☆ (٢) ن ــ تكملة ــ وهذا اصوب عندى ــ ك ☆

موقع

الشكل ١٩٥



موقع كل شعاع للبصر ينتهى الى القطعة المقابلة من سطح الكرة ثم ينعطف الى القطعة الاخرى بالنسبة الى طرف القطر الموازى للشعاع واذا كانت خطوط الشعاع متلاقية جميعا عند مركز البصر فالقطر الموازى لكل منها غير الموازى لآخر فاذا اردنا استعلام مواقع الاشعة من قطعة الاجتماع فنستعلم عطفية كل منها ونخرج القطر الموازى للشعاع بحيث انتهى طرفه يكون البعد بين المنتهى وموقع ذلك الشعاع كالبعد المعلوم للخط الموازى النظير للشعاع ﴿ الشكل - ١٦٩ ﴾

(فنقول) ان شعة البصر قد ينتهى بعض حواشيها فى قطعة الاجتماع وقد لا ينتهى بل ينتهى كلها على ترتيبها و الثانى بحسب التقسيم العقلى فاما الوقوع فغير معلوم وعلى تقدير الانتهاء فان الاشعة المنتهية كلما كان البصر اقرب من الكرة كانت اقل فلنفرض عظيمة الكرة * ب ج * و قطر ها * ب د * و المركز * ه * ونفرض حاشية الخطوط الموازية * ا ب ه * المنعطفة فى الكرة * د ج(١) * ولينعطف الى * ح * فهو اقرب مواقع الحواشى من * د * ولتكن نهاية قطعة اجتماع الموازية ط * و نفصل من قوس * ج ب * ج ك * و ليكن اصغر من * ح ط * و نصل * ه ج * ه ك * و نعمل على * ك * من * ه ك * زاوية * ه ك ا * مثل زاوية * ه ج ر * فلان زاوية * د ه ج * مثل * ه ج ر * اعنى * ه ك ا * فزاوية * د ه ك * اعظم من * ه ك ا * فك ا * يلقى * د ب * وليكن على * ا * فاذا كانت نقطة * ا * مضيئة * فاك * حاشية اضوائها المنعطفة فى الكرة و يخرج من * ه * القطر الموازى * لا ك * و يلاق المحيط فى جهة قطعة الاجتماع على * ل * فد ل * مثل * ج ك * فهو اصغر من * ح ط *

---

(١) رج - صح - ك ☆.

فاطر اف الاقطار الموازية للاضواء الواردة الى قوس * ك ب * جميعها بين * ل د * وليكن * ط م * مثل * دل * وكذلك * ح ن * فهو * نهاية قطعة الاجتماع بالنسبة الى قطب * ل * و * ن * موقع الحاشية اعنى * ك * وموقع الضوء الذى هو الفصل بين اضواء الاوسط والاجوف يتجاوز * ط * ولتكن * س * وسائر المواقع جميعها دون * م * وليكن ابعد ها ص * و * ن * بين * ح ط * فالاضواء التى تلى الحاشية من وراء الذى موقعه ص * تنتهى على قوس * ص ن * وكلما كان * ا * اقرب من الكرة كان * دل * اعظم كما تبين فى المقدمة الثانية اوائل الفصل وكلما كان * دل * اعظم كانت الاضواء المنتهية اقل الى ان ينعدم الانتهاء بعدما يصير * دل * اعظم من * س ط ح * وذلك ان مواقع اشعة الاجوف المتتالية اذا ابتدئ من الفصل تتباعد مواقعها عن نهايات قطع اجتماعها متدرجا من البطء الى السرعة وتقربها حركة * ل * نحو نهاياتها متدرجة من السرعة الى البطء فان زادت حركة الموقع على تحريك * ل * حصل الانتهاء والا فلا فى وقوعه توقف وعلى تقدير الوقوع فتقع الاضواء المنعطفة على ترتيبها *

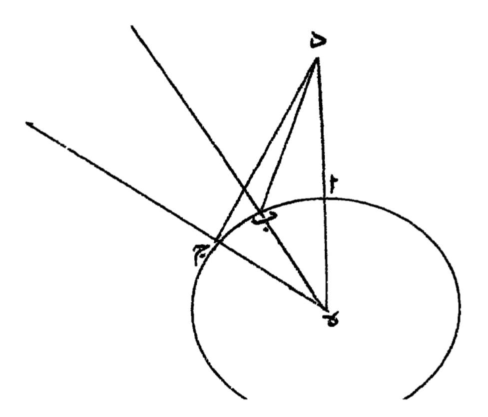
الاصل الثانى

الاصل الثانى للقوس

مقدمة

نسبة العطفية الاقرب من القطب فى القطعة المقابلة الى العطفية الابعد اصغر من نسبة قوس العطفية الاولى اعنى التى بين القطب ونقطة انعطافها الى قوس الثانية فلتكن الدائرة * ا ج * والمركز * ه * والنقطة المضيئة * د * والسهم * د ا ه * و * ب ج * نقطتى انعطاف و * ب * اقرب الى * ا * وذلك لان عطفية * ب * مثل زاويتى * ب ه د * ب د ه * * وعطفية

الشكل ع ١٩٦



ج * مثل زاويتى * ج ه د * ج د ه * فزيادة عطفية * ج * على عطفية ب * هى زاويتا * ج ه ب * ج د ب * وزيادة زاوية * اه ج * على اه ب * هى زاوية * ج ه ب * وحدها فضل عطفية * ج * على عطفية ب * اعظم من فضل زاوية * اه ج * على زاوية * اه ب * اعنى قوس * اج * على قوس * اب * فنسبة عطفية * ج * الى عطفية * ب * اعظم من نسبة قوس ج ا * الى * ب ا * فنسبة عطفية * ب * الى عطفية * ج * اصغر من * اب * الى ا ج * وذلك ما اردناه *

﴿الشكل ـ﴾

(اخرى) ولما كانت زيادات تفاضلات العطفيات على زوايا المركز انما هى الزوايا التى عند * د * وهي تتصاغر جداً بحسب تباعد نقاط الانعطاف فتفاضلات القسي التى بين نقاط الانعطاف المتاليه(١) اذا كانت عطفياتها متساويات التفاضلات فانها تتصاغر بحسب تباعد نقاط الانعطاف وتتقارب القسي من التساوى الى ان تنتهى الى موضع التماس *

(اخرى) فتفاضلات قسي العطفيات المتساوية التفاضل متفاضلة اعظمها ماهو اقرب من السهم ونظاير القسي المتساوية فى القطعة المقابلة التى تحدثها اشعة القسم الاول قسي متفاضلة من قطعة الاجتماع والاقرب منها الى السهم اعظم من الابعد فنظاير القسي المتفاضلة فى القطعة المقابلة التى الاقرب منها الى السهم اعظم بطريق الاولى وفى القسم الثانى بالعكس *

(اخرى) ثم ان الخطوط التى عليها تنعطف خطوط الشعاع فى الكرة ولنسمها اوتار الانعطاف متفاضلة والتى اطرافها فى القطعة المقابلة اقرب من السهم اطول من التى اطرافها ابعد امافى اوتار القسم الاول فظاهر لان الشعاع الابعد عن السهم ينعطف الى نقطة من قطعة الاجتماع ابعد من السهم ايضا

---

(١) ن - المتبادلة *

واما في القسم الثانى فلان مابين قطب قطعة الاجتماع ونهايتها عشرة واوتار القسم الثانى فلان تباعد اطرافها الاولى عن القطب بعشرة عشرة اوقريبا منها واطرافها الاخرى ليست تنتهى الى القطب فتكون متصاغرة ايضا *

مقدمة

ثم ان الاشعة الواردة الى نقاط نصف القوس المقابلة الايمن مثلا التى تنعطف فى الدائرة اوتارا متفاضلة فان كلا منها تنعكس عن مواقعها فى داخل الكرة على اوتار تساويها وينفرج مابينها ثم تنعطف من عند مواقعها فى الهواء الى خلاف جهة العمود على زوايا نظاير لانعطافيات اخواتها فيحدث منها بعد ادارة الشكل سطوح مخروطات مستديرة على سهم مخروط الشعاع فى جهة البصر كلما تباعدت عن الكرة اتسعت هذا اذا كان البصر فى غاية القرب من الكرة والكرة عظيمة جدا و كذلك لو بعدت الكرة وصغرت فى الاكثر فاما ان كان البصر بعيدا جدا عن الكرة كمركز الشمس من الارض اضعافا مضاعفة وهى صغيرة جدا فيجوز ان يكون بعض الحادثة اسطوانة وبعضها مخروطات تامة بحسب النظر التعليمى والجميع مجسم واحد واذا تباعد قدرا عن الكرة صارت الحاشية منه ملتئمة من اشعة مثناة وتعظم نسبة القدر من الحاشية الى بقية المجسم بحسب امتداد المجسم ولنسمه المنعطف بانعكاس *

(اخرى) والاوتار المنعكسة بعد الانعطاف الاول تنعكس ثانيا على اوتار تساويها وتنفرج اكثر مما انفرجت اولا ثم تنعطف فى الهواء كذلك على زوايا نظائر لانعطافيات اخواتها فى مقابلة المنعطف بانعكاس ولنسم المجسم الحادث منها المنعطف بانعكاسين وحاشيته ايضا تكون ملتئمة من الاشعة

المثناة

المثناة الاان نسبة عرض الالتئام الى عرض الجسم ههنا اقل مما فى الاول وستذكر لذلك اعتبارين ان شاء الله تعالى *

فائدة

ثم ان سطحى المنعطفين بانعكاس واحد واثنين يتقاطعان وقد يكون بعض المبصرات فى داخل المنعطف بانعكاس فان كان فى الجزء من الاوسط الذى لم يمازج الاجوف ولمكن لدراكه ادرك واحدا وفى موضع واحد وان كان فى الجزء الممتزج ادرك اثنين وفى موضعين وكذا ان كان داخل المنعطف بانعكاسين الا انه حينئذ يرى اصغر لان الانفراج بين اشعة المنعطف بانعكاسين اكثر وان كان خارجا عنهما فلا يرى من الطريق المذكور وان كان داخل المنعطفين فى الجزء المشترك بينهما فيمكن ان يدرك اربعة وفى اربعة مواضع او ثلاثة وفى ثلاثة مواضع *

الحاصل

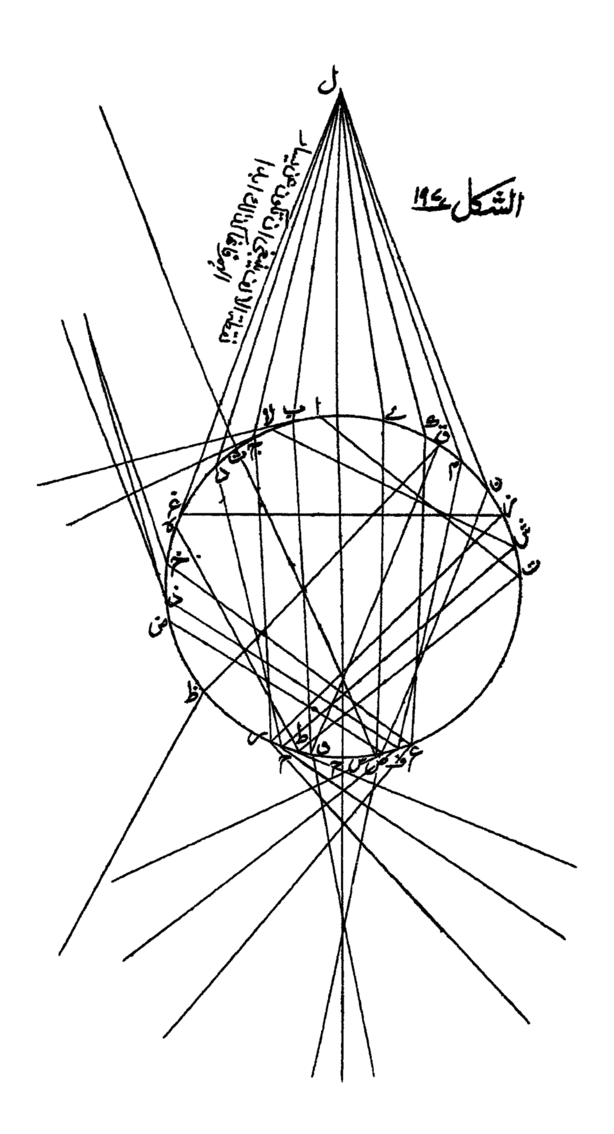
وقد حصل مما ذكرنا ان مخروط الشعاع ينعطف فى الكرة اولا ثم عنها فى الهواء ثانيا الى مايقابل مركز البصر فى مخروط الاحراق على مافصل من احكامه وايضا ينعكس بعد الانعطاف الاول فى نفس الكرة ثم ينعطف فى الهواء الى حيث (١) مركز البصر على هيئة مجسم شبه مخروط الاحراق الاان كثيرا من المخروطات التى هى اجزاء الاوسط التى مباديها اقرب من السهم تكون منعطفة على مخروطات ناقصة ذاهبة فى الاتساع بل لعل جميعها يكون كذلك لكن بعض اجزاء الاجوف قد تنعطف ثانية رؤوسها عند السهم وراء مركز البصر وهى حواشيه وهذا ايضا بحسب النظر التعليمى ولا بأس ان انعطفت جميع اجزائه على مخروطات ناقصة ايضا لذا

(١) ن - جهة *

ثبت على بعض الحواشي السابقة فان المطلوب فيه يكون الاجوف فيه اكثر انفراجا عن السهم الى حواشي المخروط وهذا هو المنعطف بانعكاس وايضا فان مخروط الشعاع ينعكس ثانيا في قوس الكرة بعد الانعكاس الاول ثم ينعطف في الهواء الى ما يقابل مركز البصر في مخروط اكثر انفراجا واشد اتساعا مما قبله بحيث يحيط بمخروط الاحراق والاجوف فيه متباعد عن السهم اكثر مما كان فيما قبله لكن الحاشية منه ايضا مثناة وكلما تباعد عن الكرة زاد عرض الامتزاج وهذا هو المنعطف بانعكاسين وقد بينا ان المنعطفين بعد الانعكاس يتقاطعان على محيط دائرة اذا وصل بين مركز الكرة ونقطة منه واخرج الواصل بينهما كانت في القطعة المقابلة وعلى بعد مقتدر من موضع التماس و اطلاقنا اسم المخروط على هذه المنعطفات كلها بالمجاز ولنرسم لما ذكرنا شكلا يسهل به تصوره فنعيد الدائرة ومخروط الاحراق و نخرج من مركز البصر وليكن * ل * سهم * ل ج * ومن خطوط الشعاع خطا فيما بين السهم وحاشية الاوسط ثم حاشية الاجوف الخارجة وخطا فيما بينهما وبين الداخله ولتكن هذه الخطوط من جهة يمين الناظر وبالسواد ويخرج نظايرها من جهة يساره وبالحمرة ثم يخرج الاوتار المنعطفة هي عليها في الكرة بالوانها ثم يخرج الاوتار المنعكسة عليها المنعطفة اليمنى في اليسار و المنعكسة عليه المنعطفة اليسرى الى اليمنى ثم يخرج الخطوط التي عليها تنعطف في الهواء المنعطفة اليسرى المنعكسة الى اليمنى من خطوط المنعطف بانعكاس (١) ثم يخرج الاوتار التي عليها تنعكس ثانيا المنعطفة اليمنى المنعكسة الى اليسار الى اليمنى ثم يخرج الخطوط التي عليها تنعطف هذه المنعكسة في الهواء من المنعطف بانعكاسين فلتكن الاشعة اليمنى من

مخروط

(١) ن - المنعكس بالانعطاف *


الشكل ١٩٤

مخروط الاستقامة هي اشعة * ل ب * ل ج * ل د * ل ه * واليسرى ل ى * ل ك * ل م * ل ن * واليمنى تنعطف على اوتار * ب و * ج ر * د ح * ه ط * واليسرى على اوتار * ى س * ك ع * م ف * ن ص * وكلتا هما ينعطفان فى الهواء على هيئة يحدث من ادارتها مخروط الاحراق ثم ان الاوتار المنعطفة تنعكس فى نفس الكرة الى نقاط اخرى فاما اليمنى فالى نقاط ق ز * ش ت * واما اليسرى فالى * ث خ * ذ ض * وكلتا هما ينعطفان فى الهواء على هيئة يحدث من ادارتها المخروط المنعطف بانعكاس الى جهة البصر وتختلف اوضاع الاشعة فيه فالمتيامنة تصير متياسرة وبالعكس والمرسوم فى الشكل من ذلك ماعن يمين البصر ثم ان اوتار * ز ق * ر ز * ح ش * ت ط * وهى الاشعة اليمنى بعد انعطافها فى الكرة مرة ثم انعكاسها من اليمين الى اليسار اولا تنعكس ثانيا الى نقاط * ظ غ * لا * ا * ثم تنعطف فى الهواء على هيئة يحدث من ادارتها المخروط المنعطف بانعكاس الى خلاف جهة البصر والمرسومة منه ايضاما عن اليمين وعلى اليمين يقاس اليسار وصورة الشكل على هذه ﴿ الشكل ٢٠٥ ﴾ والله اعلم بالصواب واليه المرجع والمآب *

﴿ اعتبار المنعطف بانعكاس ﴾

يدخل المعتبر بيتا مظلما فيه ثقب واحد يدخل منه ضوء الشمس ويداخل كرة بلور فى ضوء الشمس الداخل ويجعل مكان الضوء على الارض جسما اسود ثم يظل نصف الكرة بجسم كثيف ابيض وينظر الى وجهه الذى الى الكرة فانه يرى عليه قوساذات تقازيح مركزها فى جهة الواصل بين مركزى الكرة والشمس وداخلها اضوأ من خارجها وانما ذلك قطعة من قاعدة

المخروط المنعطف بانعكاس فاما الضوء الداخل فلان ضوء المجسم متصل عرضا و اما التوس وزيادة ضوءها فلانثناء الاجوف على الاوسط واما التقازيح فلما سنذكر ان شاء الله تعالى ويشهد لذلك ان الجسم الكثيف كلماقرب من البلورة كانت القوس من دائرة اصغر وعرضها اقل والالوان ابين فان قور (١) الجسم الابيض قدر دائرة يقرب من عظيمة الكرة وكان الجسم يسير السمك ثم وضع على سطح الكرة بحيث تفصل الدائرة بين القطعة المقابلة منها للشمس وبين الاخرى ونظر الى وجه المستظل ظهر عليه دائرة متقزحة بتمامها هي محيط المنعطف بانعكاس فان جعل الكرة على بعد مقتدر من الجسم المقور كانت الدائرة المتقزحة اظهر الوانا *

٣ — اعتبار المنعطف بانعكاسين —

يدخل المعتبر البيت المذكور ويراعي الشروط ثم يجعل البصر في موضع حاشية المنعطف بانعكاسين المتشكل بين الشمس والكرة على طريق التخمين ويحركه برفق انحاء حتى يظهر له صورتان او واحدة ثم اذا حرر الاعتبار وجد ان البصر اذا كان عند حدبة المخروط فانه يدرك صورة واحدة حمراء الى الدكنة فاذا حركه نحو السهم المخروط يسيرا قويت الصورة واصفرت الى النورية وبعد ذلك تنفصل صورتين وتتباعدان وعن كثب ما يضمحل الاقرب من الحاشية ويبقى المتوسط ويضعف بعد ذلك ويصغر الى ان يضمحل وان اعتبر ذلك كاعتبار المنعطف بانعكاس وجد الامر كذلك لكن تعسر ودقه (٢) من النظر لضعف هذه الصورة عند ما تصير عرضية وقهر الصور المنعكسة على سطح البلورة عليها اياها وان اعتبر المنعطف

---

(١) ن — نور * (٢) كذا — والصواب — بعسرودقة — ح *

بانعكاس كما في المنعطف بانعكاسين وجد ذلك ايضا اذا كانت الكرة بعيدة جدا والنير غير قوي الضوء كالشمس بل كالسراج والقمر لما التي تذكر في اعتبار حال الشمسيات و يمكن ان يعتبر ذلك بكرات صغار جدا في ضوء الشمس كبعض قطر الظل وذلك انفع الاعتبارات فيما نحن بصدده*

استشهاد

ومن الدلائل على صحة ما ذكر في امر المنعطفين انك اذا ادركت صورة النير في المنعطف بانعكاسين ثم وضعت الانملة على سطح الكرة فيما بين الطرف الذي ظهر فيه الصورة والطرف الذى يليك وفي سطح الانعطاف عند حاشية القطعة المقابلة للشمس وحركت الانملة يسيرا الى فوق واسفل فانها تصادف موضعها(١) عند موافاته مقتدرة فاذا رفعها عادت الصورة ظاهرة وكذا لو اظل على الموضع الذى منه تظهر الصورة عن النير كثيف دون موضع الانملة وانك تدرك الصورة بحالها مالم ينته الظل الى موضع الانملة فاذا وافاه بطلت الصورة وكذلك الحال في الصورة التي تظهر في المنعطف بانعكاس وعليك التجربة فيتحقق لك ان الصورة المدركة انما ترد الى داخل الكرة في الموضع الذى سترته بانملتك وتنعطف في الكرة ثم تنعكس فيها مرة اومرتين ثم تنعطف في الهواء فتظهر للبصر من الموضع الآخر*

استشهاد وتذكرة

ثم ان المعتبر يجد صورة الشمس في مخروط الاحراق شديدة الضوء وغير متلونة وفي المنعطف بانعكاس متلونة شيئا و في المنعطف بانعكاسين اكثر تلونا وضربا الى الخضرة وكذا يجد الحال في كثير من الصور القوية فيزيد

---

(١) ن — موضعا*

تحققالماصر من ان الانعطاف و الانعكاس يزيد ان فى كمودة للون و يضعفان الصور *

تكملة

واذ قد علمت ان المنعطف الاول ينعكس فى نفس الكرة اولا ثم يحدث المنعطف با نعكاس وثانيا ثم يحدث المنعطف با نعكاسين فاعلم انه ينعكس ثالثا ثم يحدث المنعطف بثلثة انعكاسات ورابعا ثم يحدث المنعطف باربعة ويمكن اعتبار ذلك وان كان فيه تعير(١) واماوراء ذلك فغير معلوم*

الاصل الثالث فى الهالة ذات التقازيح

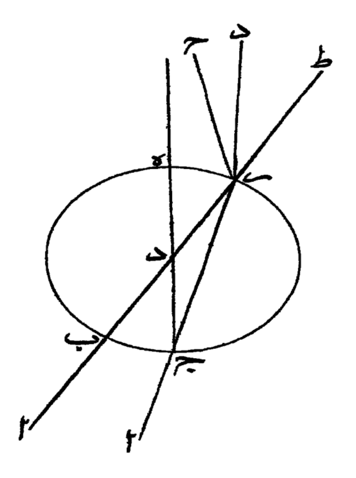
مقدمة

نفرض عظيمة الكرة المشفة عليها * ب ج * ومركزها * د * ونخرج فيها قطر * ج ه * وليكن * اب * ضوأ واردا اليهاوفى سطحها و * ا * فى جهة ج * عن الكرة فان كان على سمت * ج د ه * نفذ على استقامة والا فان كان موازيا للقطر اوملاقياله من دون سطح الكرة فالحكم ماصر فى الكرة المحرقة والاصل الاول وان كان ملاقياله عند سطح الكرة اعنى على ج * فاما ان يكون مماسافلا ينفذ اولا فينفذ منعطفا على وترلانه لا يصل الى العمود ابدا فليكن على * ج ز * ونخرجه الى * ط * ونخرج من ر * رح * موازيا * لج ه * فزاوية * ح ر ط * مثل * ه ج ر * وينعطف ج ر * فى الهواء على انعطافية كالتى عند * ج * فتكون اصغر من باقية د ج ر * اعنى * ح ر ط * ولينعطف على * رك * فرك * يقسم زاوية ج ر ط * فيكون متباعدا عن قطر * ج ه * و ان كان ملاقياله من وراء سطح الكرة فان كان بين * ج د * فانه ينعطف و يلاقى * ج د *

على

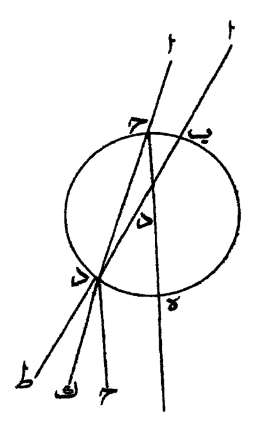
(١) ن — تعسر *

الشكل الـ١٩٨



الشكل ب ١٩٨

الشكل فى الاصل انقلب ظهرا بطنا وينبغى ان يبدا الاعلى الى الاسفل وبالعكس - ك



على نقطة اقرب من * د * فاذا لقى سطح الكرة فى الجهة الاخرى وليكن عند * ز * انعطف فى الهواء نحو * ج ه * قليلا و يكون متباعدا ايضا لان * ا ج * قد تبين انه يتباعد عن قطر * ج ه * فا ب * يتباعد عن القطر الخارج من * ب * فبالاولى ان يتباعد عن * ج ه * و ان كان التلاقى على * د * فهو قطر فينفذ مستقيما ومتباعداً ايضا وان كان التلاقى على نقطة تحت * د * فينعطف نحو *د* غير واصل اليه ثم ينعطف فى الهواء الى خلاف جهة العمود متباعدا ايضا عن * ج ه * *(الشكل ٥٩)*

(اخرى) نفرض كرة مشفة مركزها * ب * و البصر * ا * و دائرة ج د * فصل انعطاف ونصل * ا ب * و نخرجه فى جهة * ب * وليكن قطب قطعة الاجتماع * ج * و نهاياتها من جهة اليمين * د * و * د ه ط ر * حاشيتى الاجوف والاوسط ملاقيتين لسهم * اب * على * ه ر * ونفرض كرة اخرى مركزها على * ج ر * فمحيطها ان قطع * ج ر * على نقطة بين ج ه * وكان مركزها من وراء * ر * مثل * ح * فان * د ه * ينعطف من عند سطحها الى نقطة تحت * ه * قليلا و ينعطف بعد فى الهواء متباعدا عن السهم الا انه اقرب اليه مما كان اولا اعنى قبل الانعطاف بسبب الثانية وكذا حكم جميع الاشعة الاجوف والاوسط فان كان مركز النير على * ج ح * و من وراء * ح * على بعد بعيد فانه يرى فى الاوسط واحدا واعظم قليلا لتضايق الاوسط ومعكوسا وكذا الحال ان قطع محيط الثانية السهم على * ه * فان قطعه على نقطة بين * ه ر * و لتكن * ى * فليقطع حينئذ خط * د ه * على * ك * فحكم اشعة الاوسط بحاله الا ان * ه د * يلاقى السهم لبعد الخارج عن الثانية وكذا جميع اشعة الاجوف التى

نهاياتها بين * ه ى * وهى مما يلى الحاشية والشعاع الذى نهايته * ى * منها
يكون متباعدا عن السهم فلان جميع تلك الاشعة متصلة ملتئمة عرضاً فيكون
بعد الانعطافين و حصولها فى المخروطات المعكوسة كذلك فيحصل النير
داخلها فيرى حلقة ايضا و كذا الحكم ان قطع محيط الثانية السهم على * ر *
وان قطعه على نقطة من و راء * ر * و ليكن آخر النهايات * ل * فان
قطعه فيما بين * ر ل * فحكم اشعة الاجوف التى تلقى الكرة الثانية
بحاله و نزيد على ذلك ان بعض اشعة الاوسط التى نهاياتها فيما بين الثانية
و * ر * قد تجتمع عليه معكوسة فترى بها كالحلقة متصلة بالحلقة المدركة
باشعة الاجوف وان قطعه على * ل * اومن ورائه فان اشعة الاوسط التى
تلقى الثانية تلتقى على السهم بعد الانعطاف الثانى وتصير معكوسة فترى
صورة النير عند ذلك واحد اومستقيما ﴿ الشكل - ١٩٧ ﴾ فان
فرضت كرة ثالثة مركزها ايضا على السهم من وراء الثانية فلا يتعسر
عليك تبين الحال اذ اثبت على ما سلف ثم لنفرض البصر مائلا عن الواصل
بين مركزى الثانية و النير نحو اليمين قليلا بحيث يلقى الواصل السهم بين
الكرتين فان كان محيط الثانية يقطع السهم فيما بين * ج ه * و لا يلقى
الواصل شيئا من اشعة الاجوف بين الكرتين فلابد ان يلاقى بعضا من
اشعة الاوسط دون البعض وهى المتيامنة من الحاشية فتتياسر عن الواصل
بعد الانعطاف الثانى و تتيامن من الاخرى فترى النير واحدا او معكوسا
فى الاوسط مما يلى الحاشية و اعظم قليلا وكذا ان قطع المحيط السهم على * ه *
وان قطعه فيما بين * ه ر * و ليكن على * ى * ويكون الواصل يقطع السهم
على * د ا * ومن ورائه ولا يقطع جميع اشعة الاوسط فليقطع او لا الواصل
السهم

الشكل ع١٩٩

السهم على * ه * ومحيط الثانية على * ن * فترى النير فى الاوسط لماذكر
ثم ان سطح المخروط المعكوس الذى رأسه * ه * يقطع سطح الكرة الثانية
ولا يكون الفصل دائرة بل مستديراً الى الاستطالة ولنسمه الشبيهة بالقطع
الناقص واذا اخرج سطح * ج د * نصفه طولا وليكن الفصل * ك ى م
ونسميه المنصف ونصل * ه م * فه ك * ابعد عن قطر * ه ن ح * من * ه م
فه ك * ينعطف ثانيا الى نهاية اقرب الى * ح * من نهاية * ه م * وكذلك
جميع خطوط الشعاع التى نهاياتها فيما بين * ه ى * اذا كان الواصل ملاقيا
للسهم عند تلك النهاية ولا بد ان يجتمع اثنان من الخطوط الواردة من * ه
اومن النهايات التى فيما بين * ه ي * اعنى التى فى سطح * ج د * على النير
لكون الاشعة متصلة ملتئمة عرضا ولا يكونان متساويى البعدين عن السهم
فترى صورة النير من موضعين ايضا كذلك باشعة الاجوف ثم اذا كان
شعاعا * ه ك * م * بحيث يتلاقيان على النير لو فرض البصر على قطر * ه ن ح
ويكون بعد الثانية من * ه * كالبعد الذى فى ذلك الوضع فنى هذه الحال
يكون * ه م * الاقرب من القطر يلاقيه على نقطة ابعد من النير و * ه ك *
على نقطة اقرب ويكون جميع الاشعة الواردة الى نصفى محيط الشبيه المنفصلين
بالمنصف المذكور يلاقى السهم على نقاط بينهما فيجتمع شعاعان منها ضرورة
على النير ويكونان متساويى البعد عن طرفى المنصف وكذا لو كان شعاعان غير
ه ك * ه م * كذلك فيرى النير بهذين الشعاعين فى موضعين آخرين فيرى
النير من خمسة مواضع وكلما كان بعد الكرة الثانية من * ه * اكثر كانت الاشعة
المجتمعة على النير ابعد عن الحواشى فتكون الصور اكثر تقاربا الى ان تجتمع
فاذا زاد بعد الكرة الثانية الى ان يخرج عن اشعة الاجوف انعدمت جميعا

اوبقيت واحدة وكذلك كلما كان الواصل يلاقي السهم على نهاية ابعد من
ه * فان فرضت كرة ثالثة اورابعة فالحكم موكول الى الناظر والاصول
المذكورة كافية فيه *

الاعتبار

اذا حادثت بنينا(١) كالقمر اوالسراج وجعلت فيما بينه وبين البصر كرتين
مشفتين جداً مركزاهما على الخط الواصل بين مركز البصر والنير وكانت
الكرتان متساويتين ومقتدرتي الحجم وكان البصر على بعد من النير
والكرتان مماستين وعلى بعد من البصر والنير فانك تدرك صورة النير
من الكرة القريبة كما تدركها من البعيدة لولم تكن القريبة اعنى انك تدركها
معكوسة الاان هذه الصورة تكون اضعف لتكرر انعطافها في القريبة
واصغر ايضا ثم اذا اثبت احداهما مكانها وباعدت الاخرى اماالقريبة فالى
جهة البصر واما البعيدة فالى جهة النير ولتكن المراكز الاربعة على خط مستقيم
فانك تجد بعد تباعدهما قليلاصورة النير كالحلقة من محيط القريبة ايضا
والصورة المتوسطة اعظم قليلا وكلما زدت في المباعدة بينهما يتصاغر دور
الحلقة ويتعاظم عرض محيطها وتعظم الصورةالمتوسطة الى ان يتصلافتحدث
عند ذلك صورة مركبة نورية عظيمة ولنسم ذلك البعد بين الكرتين بعد
المركبة ثم يتصاغر قليلاقليلاالى ان تمحى الحلقة وتبقى الصورة المتوسطة
اما مستوية اوممكوسة بينة اومشتبهة وكلما زادت المباعدة زاد الاشتباه
و ضعفت الصورة و صغرت الى ان تضمحل ثم انك اذا ادركت الحلقة
فان حافظت على البعد المحدث لهابين الكرتين و بين كل من البصر والنير

(١) كذا — والصواب — حاذيت بينا *

وكان

و كان البعد بين الكرتين بعد المركبة وازلت الكرتين عن الواصل بين البصر والنير فى اى جهة اردت وجعلتها مع النير على سمت الاستقامة اونحوه وعلى البعد المذكور فان صورة النير تصير الى اشتباه ثم الى كمودة ثم تضمحل على عرض يسير ونسميه عرض الدائرة وكلما كان بعد النير اكثر كان العرض اقل وان كان البعد اقل فانك تدرك خمس صور للنير من الكرة القريبة احداها من الوسط وار بعها من الحواشى عن شبه محيط دائرة و اثنين منها مع المتوسطة على استقامة واحدة دائما والاخريين على بعدين متساويين من المتطرفة من الثلثة الابعد عن سمت النير والبصر وقريبتين منها وكلما تزيد فى المباعدة بين الكرتين فانك تجد الصور الخمس تتقارب الى الاجتماع الا ان الثلث المتطرفة اكثر تقاربا وعن كثب ما تجتمع ثم تشتبه و تضعف وتضمحل وكذلك كلما تزيد فى ازالة الكرتين عن سمت النير و البصر وتجد عرض الازالة التى تحدث الصور الى حد الاضمحلال (١) مسافة مقتدرة ولنسمه عرض الطبقة الاولى فان جعلت من وراء الثانية اومن دون الاولى ثالثة وجعلت الثلثة اولا على سمت البصر والنير متماسة فانك تدرك صورة النير من القريبة مستوية اومعكوسة واضعف من المدركة قبل من الكرتين فاذا باعدت بين اثنتين منها قليلا ادركت الحلقة والمتوسطة نحو ما ادركت اولا الا ان الاشتباه يكون اكثر وكذا ان باعدت بين كل اثنتين منها الا ان تفاوت الصور يكون اكثر وكذلك ان ازلتها عن السمت وجعلتها جميعا على سمت واحد مع النير ادركت حالة شبيهة بما ادركتها اولا من ادراك الصور الخمس واجتماعها الا ان عرض الازالة الى حد الاضمحلال يكون اعظم مما لذا كان الاعتبار بالكرتين ولنسمه عرض الطبقة الثانية

---

(١) ن — الاظلال ☆

واذا اعتبرت باربع كرات فعسالك ان تجد نحوا من ذاك لكن فى نهاية الضعف والاشتباه واذا كانت الكرات على بعد من البصر بعيد فلا يدرك شيء اصلا سواء كانت واحدة او اكثر وكذلك لو كان البعد منها بعيدا فان الاقرب من البصر عند ذلك قد لا يستظل بالابعد فترى منها صورة النير كما ذكرناه فى الاصل الاول ان امكن *

الاصل الرابع للهالة البيضاء

مقدمة

تبين من اصول الانعكاس انه اذا قابل البصر كرة صقيلة ثم فرضت على القطعة المقابلة دوائر موازية لنهاية القطعة ونسميها مبادى فان خطوط الشعاع المنتهية الى محيط كل مبدأ منها تحدث بعد الانعكاس سطوحا وهى اما سطوح مخروطات ناقصة ممتدة فى جهة البصر على الاتساع وهى غير المبادى القريبة من قطب القطعة اوفى خلاف جهته وهى غير المبادى البعيدة واما سطحا مستويا وهو عن مبدأ واحد قطعه(١) هو الواسطة بين قسمى المبادى فاذا قابل البصر كرة صقيلة وكانت كرة مشفة ثابتة مركزها على السطح المستوى الحادث فان شعاعا واحدا من المنعكسة ينفذ فيها على استقامته فاذا لقى نيرا روئى فى ذلك الموضع وسائر الاشعة المنعكسة فى ذلك السطح المحتفة بالنافذ على استقامته تكون معه على وضع التباعد فى جهة الكرة الثانية فتنعطف جميعا فى الثانية ثم تلاقى النافذ على استقامته خارجا فيجتمع على النير منها اثنان ضرورة فيرى من موضعين غير الاول وتكون الثلثة على سمت واحد وكل منها فى سطح انعكاس ثم ان سطح الانعكاس الذى يمر بمركز الكرة الثانية يشتمل على كثير من خطوط الشعاع تلقى الكرة بين القطب والشعاع النافذ

(١) ن — قطعة *

ومن ورائه و يكون الجميع على وضع التباعد فى جهة الكرة الثانية فيلاقى كل مايصل الى الثانية منها الشعاع النافذ بعد الا نعطافين فلا بد ان يجتمع منها اثنان على النير ايضا فترى صورته من موضعين غير موضع الشعاع النافذ وعلى استقامة موضع النافذ فترى صورة (١) لكون الثلثة فى سطح الانعكاس المذكور فترى صورة النير من خمسة مواضع و بين ان البعدين الكرتين كلما كان اكثر كانت الا نعكاسات من مواضع اشد تقاربا الى ان تجتمع ثم تنعدم *

الاعتبار

(اذا قربت) بين كرتين مشفتين وجعلتها فيما بين البصر والنير بحيث يكون الواصل بين مركزى الكرتين فى سطح قائم على الواصل بين مركزى النير والبصر ونقطة تماس الكرتين على الواصل فانك ترى صورة النير من وسط القطعة المقابلة لكل منهما كما مر فى الاصل الاول فاذا نحيتهما عن ذلك السمت بحيث يبقى الواصل بين مركزي الكرتين فى السطح القائم على لواصل بين البصر و النير ولازمت التنحية على النحو المذكور برفق انتهتا الى موضع تظهر فيه صورة ثالثة منعطفة فى الاقرب منهما من السمت ثم عنه فى الهواء الى سطح الابعد ثم منعكسة الى البصر عن سطح الكرة الابعد مما يلى طرفها الاقرب من السمت وعلى بعد من موضع التماس وتكون اول ما تبدو الصورة صغيرة جدا ثم بقدر ما تزيد فى التنحيـة تعظم الى ان تصير اعظم بكثير من صورة النير المنعكسة الى البصر عن سطح تلك الكرة بانعكاس مجرد واذا اعتبرت صورة القمر مابين التربيع والبدر على النحو المذكور فيظهر لك من خمسة مواضع بعينها وذلك اذا قابلت القمر و الكرتان بيديك

(١) كذا ولعل قوله — فترى صورة — زائد — ح *

فتحرف عنه قليلا وليكن الاعتبار قبل ان يتقوى الظلام بل فى اوائل الغلس الى اواسطه وتجعل مركز البصر والكرتين والقمر فى سطح واحد عند الحس من سطوح الانعكاس ثم تتصرف فى وضعى الكرتين احداهما بالقياس الى الاخرى فبينا هما فى تلك الحركة المضطربة اذ ظهر لك من محدب الكرة التى هى ابعد من سمت القمر صورة اوصورتان فلا شك فى انها صور للقمر واردة الى الكرة الاقرب من سمته ثم منعطفة فى الاقرب ثم عنها فى الهواء الى سطح الكرة الابعد ثم منعكسة عنها الى البصر واذا حافظت على ذلك الوضع وتصرفت فى التقديم والتأخير بينهما على وجه لا تخرج نسبة احدى المراكز الاربع عن سطح الانعكاس المتصور ولا تختفى احدى الصور عن البصر وتستهدى اليه بالفطن و ملازمة الرفق وجدت دائما ثلثا منها على خط هو فى سطح الانعكاس واثنتان اخريان تتحركان من عند احدى المتطرفة من الثلثة الاخرى حركتين متساويتين على محيط دائرة والصورة الوسطانية تساويهما فى الحركة فتكون معهما دائما على خط واحد هى عند منتصفه فاذا انتهتا الى المتطرفة انتهت ايضا اليها وهى تتحرك على قطر تلك الدائرة المنتهى الى المتطرفتين و اذا انتهت الوسطانية الى المركز انتهتا الى حد التربيع من المتطرفتين وان فعلت ذلك مرارا تجد الحال فيها على نهج واحد واذا شارفت الاجتماع او اتصلت حدثت صورة نورية من الجميع اعظم واقوى بكثير من صورة القمر المنعكسة الى البصر بانعكاس مجرد ثم عن كثب ما تتصاغر الصورة حتى تمحق واذا باعدت قليلا بين الكرتين ثم اعتبرت ذلك وجدت الامر كذلك الا ان الدائرة حينئذ تكون اصغر وهكذا تتصاغر بحسب تزايد البعد بينهما الى ان يجتمع الجميع

وتحدث

وتحدث صورة عظيمة اعظم مماذكرت لكونها عن خمس صور والاولى عن اربع ثم تتصاغر ايضا بحسب زيادة البعد الى ان تضمحل عن اقرب قرب وذلك عند عرض من سمت البصر والنير اعظم من عرض الطبقة الثانية للهالة المتقزحة ولنسمه عرض الهالة البيضاء وللناظر فى اصول المناظر سبيل الى تبين كيفية الادراكات المذكورة فى هذا الفصل واقامة البرهان على ما يجده بالعيان ان سلكه وصل اليه *

لطيفة

ومما يناسب ماذكر انعكاس صورة النير خمسة مواضع من سطوح المياه فى الاوانى وذلك اذا اصب الماء فى اناء بحيث لا يملؤه وحرك الاناء حتى يبتل اعالى حرفه ثم وضع الاناء وخلى حتى يقر الماء فيه قرارة ثم تحريت ان تنعكس الى البصر من وسط سطح الماء صورة ضوء اما ذبالة او كوة نافذة الى ضوء النهار فى بيت مظلم والاحسن ان يكون صغيراً مستديرا وليكن الاناء بحيث يتسع من اسفله الى اعلاه شبه الكأسات الصينية (١) فعند ذلك اذا تأملت ادركت الصورة بالانعكاس من اربع مواضع اخر مجاورة لحرف الكأس والتوهم بالبصر والذبالة و وسطه سطح الماء حيث الصورة المتوسطة وسطحا آخر يقطع الاول على قوائم و يمر بالصورة ايضافتربع دائرة النهاية (٢) بهافتدرك من هذه المواضع صورة المضيء وعلة ذلك ان سطح الماء الواقف حينئذ الذى يكون قطعة كرة مركزها مركز الاثقال لا يتصل على تلك الاستدارة بحرف الاناء بل يحدث عند نهايته من جميع الجوانب تقعير يسير جدا فيكون الجزء من سطح الماء

(١) ن ــ الصينية * (٢) ن ــ النهاية *

الذى يتصل بحرف الاناء مرآة مقعرة اسطوانية بل حلقية فتدرك صورة النير من القطاعين الاولين ضرورة لان فصل الانعكاس عليها يكون بمنزلة قوس القطاع المقابل فتنعكس الصورة عنها ضرورة وكذا من القطاعين الآخرين الا ان وضع الفصلين الاولين يكون على ارتفاع الاناء والآخرين على اعتراض ولذلك تكون هذه الصور الاربع معكوسة ولا تعطى شكل المضيء صحيحا سوى انها تكون على استطالة اذا كان المضيء ذبالة فاذا كانت دائرة النهاية صغيرة اتصلت الصور الاربع فصارت حلقة تحيط بما فى الاناء من الماء ولو كانت كبيرة ثم حركت البصر حتى تحركت الصورة المنعكسة من وسط سطح الماء فان تحريت ان لا تخرج البصر عن السطح القاطع الاول فان الصورتين المتيامنة والمتياسرة تحركان مع المتوسط دائما الى ان يجتمع اربعة منها عند الطرف ثم تنعدم وهذه الصور التى ترى من حافات الكأس لا يرى مواضع خيالاتها لصغر المرآة عرضا وكونها مقعرة والمتوسطة يرى موضع خيالها غالبا الا انها بعد الاتصال لا يرى موضع خيالها ايضا اعنى خيال الجزء المتصل فتدرك الصورة فى سطح الماء وعلى ذلك فقس حال سطح الماء المتصل بجميع الاجسام التى لا يغمرها حتى ان جزء سطح الماء المتصل باسافل الحباب من داخل و خارج يكون ايضا كذلك والسبب الطبيعى فيه جذب اعالى حرف الاناء وهو يابس الرطوبة الى نفسه (١) وانجذابها اليه فيتصل الجزء المرتفع من سطح الماء بالحركة بالجزء من الاناء الذى واه و يتصل ما يليه من الماء به و الثالث بالثانى و على ذلك فان المجانسة التى توجب الاتصال قد توافق الثقل الموجب للانفصال اذا لم يكن قويا فتفوقه وقد تتابع اجزاء المتصل الواحد بعضها بعضا فى انحاء

الحركات

(١) ن— نفسها ☆

الحركات مشبهة وان كانت على خلاف مقتضى الطبيعة وقد شاهدنا ان صببنا الماء من الكوز فى دواة و كان بين حرف الكوز وسطح المداد فى الدواة مسافة يسيرة فاتصل الماء من حرف الكوز الى سطح المداد فلما امسكنا الكوز وكان الماء الذى فى فوهته يرجع الى داخل تابع الجزء المتصل بالمداد جزءاً منه مرتفعا عن الدواة حتى داخل الكوز واذ ذاك فيرتفع اطراف الماء متصلا الى فوق فيحدث التقعير المذكور*

﴿ تنبيه ﴾

فاذا كان الحباب صغيرا انعكس الضوء عن سطحه وهو مرآة محدبة وعن التصور المتصل به و تتصل الصورتان و كذا تنعكس من تقعير داخله فاذا كان حباب كثيرة متصلة فتنعكس عن كل منها كذلك وتتصل الصور فيحدث البياض المشاهد فى الزبد وامثال ذلك ولذلك يوجد البياض فى اسافل الحباب الكبار دون اعاليها فامااذا صغرت جدا فتتصل واعتبر ذلك فى الزبد الذى يطفو الدهن بقرب الذبالة تجد ذلك بينا*

﴿ الفصل الثالث فى كيفية تولد الالوان ﴾

الفصل الثالث

و ذلك على ما افاده مكمل علوم الاولين حرس الله كماله فى شرحه لكتاب الكليات من القانون يسر الله اتمامه مقرونا بعافية شاملة فان فيه كل العلم وان كان شرحا لنصف العلم نقلته لشريف لفظه تيمنا وتبركا*

(قال) لازال مفيدا ان من الاجسام ماهو شفاف عديم اللون مادام شفافا ومنها ماهو كثيف من شأنه ان لا يوجد خاليا عن لون ما والكثافة تطلق تارة بازاء التخلخل والاخرى بازاء الشفيف والشفيف والكثافة ايضا يشتدان و يضعفان فان الهواء اشف من الماء و الماء اشف من الارض وايضا من

الاجسام ما له نورو النور ايضا يشتد و يضعف وذوات النور منها سماوية كالنيرين والكواكب ومنها عنصرية كالنار ومنها مركبة كاللآلى والجواهر والذهب وبعض النباتات واعين الحيوانات واجنحة بعضها وبعض اخلاطها الصفراوية والدموية *

(اقول) المركبة ايضا عنصرية كالنار لكن الفرق بين النار وبين اللآلى وسائرها ان النار اقرب الى البساطة حتى انها تظن بسيطا كما هو مشهور *

(قال) دام مفيدا والنور ينفذ فى الشفافات لا بمعنى انه ينتقل من محل الى محل بل بمعنى انه يحدث منه فيما يحاذيه نورا ضعف منه وينعكس عن سطوح الكثيفات وعن سطوح ما بين الشفاف والكثيف و ينعطف فى مخالف الشفيف فكذلك تنفذ انوار الشمس والنار والبصر فى الهواء وتنعكس من الارض *

(اقول) ذكر البصر هاهنا انما هو على الوجه المشهور وبمعنى انه لو صح ان له نورا يخرج منه الى الهواء لكان ينعكس وينعطف كسائر الانوار *

(قال) دام مفيدا واما الماء فينعكس النور من سطحه و ينفذ فى جرمه مستويا اومنعطفا لكونه فى الشفيف متوسطا بين الهواء والارض وكذلك الجمد والزجاج والبلور وامثالها والالوان كلها تتولد من هذه الكيفيات اعنى من الشفيف والكثافة والنور والظلمة و المتوسط فى الشفيف كالجمد والزجاج اذا تصاغر اجزاؤها وتعاكست الانوار من بعض سطوحها الى بعض و انعطفت فى مخالف الشفيف حدث البياض وليعتبر ذلك فى الثلج والجمد المدقوق وفى حال الصبح ايضا فان البخارات والغبارات المرتفعة عن الارض اذا وقع عليها شعاع الشمس انعكس من بعضها الى بعض فابيض الافق ولم يبيض ما فوق تلك الطبقة لملة(١) الابخرة هنالك مع ان الشعاع يقع عليه

(١) كذا — ولعله - لقلة — ح *

عليه ثم اذا غلب الشعاع اصفر الافق ثم احمر و بعكس ذلك الشفق وتبين من ذلك ان اختلاط الاجزاء الصغيرة البخارية والغبارية المرتفعة من الارض مما له سطوح مختلفة ينعكس عنها النور بالاجزاء المشفة مع ان النور قليل يقتضى البياض واذا غلب النور فيها حدثت صفرة ثم حمرة *
(اقول) وتحقيق السبب لذلك ما اورد آخر مقالة الاظلال من اللواحق*
(قال) دام مفيدا وإما السواد فهو يتولد من الكثيف الصرف وعدم النور و اعتبر ذلك فى الزاج والعفص فان فى الزاج قوة النفوذ لحدته وفى العفص قوة القبض فاذا اختلطا نفذت اجزاء الزاج فى خلل اجزاء العفص بقوة نفوذه وضغطها العفص بقوة قبضه فخرج ما فى خلله من الهواء المشف و خلص الكثيف فاسود المجتمع منهما ولو كان بدل العفص قابض آخر كالاهليلج حدث ايضا السواد *
(اقول) ومن الشواهد على ما ذكر انك اذا جمعت شيأ من الثلج فى كفيك وقبضت عليه قبضا قويا حتى تتماسك اجزاؤه ثم غمسته فى ماء حتى يتسرب فى اجزائه ثم اخرجته من الماء وجدت حينئذ فى لونه اسودادا ثم اذا اخذ الماء يخرج من خلله فانه يأخذ فى الابيضاض وبقدر ما يخلو من الماء يزيد بياضا وذلك يظهر لمن جرب *
(قال) دام مفيدا والتراب كثيف لكن لاختلاط اجزاء الهواء الشفاف باجزائه يرى اغبر فان مازجه الماء صار الى السواد اقرب مما كان لكون الماء الى الكثافة اقرب من الهواء واوراق الشجر و الزرع بعكس ذلك فانها ترى اخضر للمائية التى فيها واذا جفت وتبدلت المائية بالهوائية اصفرت ثم ابيضت والحطب اذا القيته النار صعدت الاجزاء المائية والهوائية التى

خالطت الا رضية وخلصت الا رضية الكثيفة فاسودت ثم اذا الح عليها النار فرقت بين اجزائها و خلخلها وداخلها الهواء ضرورة الخلاء فصارت رماداً يضرب الى البياض *

(واما حدوث) الالوان بين البياض والسواد فلها طرق كثيرة تتدرج فى سلوكها المتحرك من البياض الى السواد *

(منها طريق) الى الصفرة يصير اولا بمخالطة الكثافة و النور القليلين تبنيا ثم اترجيا ثم زعفرانيا ثم نارنجيا ثم ناريا ثم يزداد فيها الميل الى السواد بحسب ازدياد الاجزاء الكثيفة ونقصان النور حتى يصير اسود *

(ومنها طريق) فى الحمرة يصير اولا ورديا ثم شقا يقيا ثم ارجوانيا ثم بنفسجيا *

(ومنها) طريق فى الخضرة تكون فستقياً ثم كراثيا ثم زنجاريا ثم جوزيا ثم باذنجانيا ثم نفطيا *

(ومنها) طريق فى الزرقة يكون اسمانجونيا ثم فيروزجيا ثم لاجورديا ثم نيليا ثم كحليا *

(ومنها طريق) فى الكدورة يكون اغبر ثم ادكن سمجونيا(١) ثم ظلمانيا الى غير ذلك ويكون الجميع بحسب اختلاف الاجزاء فى الشفيف والكثافة والنور والظلمة وربما تتركب بعض الالوان بالبعض فيحدث لون غيرهما كالاخضر الذى يحصل من تركيب الاصفر بالاسود والازرق وكالزنجارى الذى يحصل من تركيب الاخضر بالابيض وهذه التركيبات التى لا نهاية لها قد يقع بعضها فى اجزاء صغار من النبات والحيوانات بحيث يتعجب من كثرتها فى جسم صغير من يشاهدها *

(١) ن — سنجونيا *

(اقول) وهذا آخر ما افاد في هذا المقام *

تنبيه

البياض المشاهد فى السحاب انما هو لان الضوء يرد الى اجزائه الرشية القريبة من النير فينعطف فيها و ينعكس عنها ويصدر ثانيا ثم يصادف كرة اخرى فينعكس وينعطف ويصدر ثم الى ثالثة ورابعة ويكثر هذا الورد والصدر فيرى البصر من كل جزء منها اضواء كثيرة منعطفة ومنعكسة وثابتة وذلك هو البياض فان قوى بلغ حد الاشراق وقهر البصر كما فى الثلج(١) وانما ذلك لغلبة المنعطفات فان المنعكسة وحدها عن الاجزاء الرشية تضعف لتبددها (٢) واما المنعطفة وحدها ومع الانعكاس فكثيرا ما توجب القوة كما فى اعالى مخروط الاحراق وحواشى المنعطفات بانعكاس وانما لا يوجد هذا البياض فى جميع اجزاء الرش عند تكون الهالة او القوس لان الرش اذ ذاك يسيرة متخلخلة وانما يظهر البياض اذا كانت متكاثفة جدا وانما يكون بعض السحب سوداً لان ضوء النير اذا انتهى اليها يكون قد تلاشى وضعف جداً يظهر ذلك فى السحب التى بعض اجزائها بيض و بعضها سود ويمكن ان يكون احيانا لكون اجزائها ذات الوان الى السواد ماهو *

(و اما) البياض المشاهد فى اجزاء الجمد فلانه يشتمل على اجزاء هوائية مستديرة فيحدث فى الجمد تقعيرات مستديرة غالباً سطوحها صقيلة فهى مرايا مقعرة باعتبار الجمد محدبة باعتبار الهواء فتنعكس اشعة البصر عن جميع القطعة المقابلة من المحدبة والمقعرة اعنى جميع سطح كل كرة الى ضوء الهواء فيحدث البياض المستدير على ما يشاهد و كذلك البياض المدرك من جزء هوائى يتصاعد من اسفل الماء الى سطحه *

---

(١) ن ـ الشميسات * (٢) ن ـ لترددها *

تنبيه

من المشاهد انا اذاكنا على بعد من السحاب او الدخان اوالضباب ادركناها اكثف واشد بياضاً مما اذاكنا بالقرب منها اوخضنا فيها والسبب فيه ان البصر يدرك حالة القرب صور مبصرات تكون فى خلل السحاب اومن ورائه فتمتزج الوانها بالوان اجزاء السحاب وهى رش متراكم فينكسر بياض السحاب بالوانها ويمتزج بها واذاكان على بعد فتستترالوان المبصرات المذكورة فيخلص الى البصرلون اجزاء السحاب و ايضاً فان التفرق الذى بين اجزاء السحاب يخفى من بعد فيدرك كثيفاً متصلا وذابياض قوى والحاصل ان القرب يظهر التفرق و الصور التى تحلل بالتفرقات فيمتزج البياض بغيره كما يرى من وراء الثوب السخيف النسيج المتلون فيظهر رقيقا ومشفاً والبعد يخفى التفرقات فيتصل البياض و يظهر الكثافة وقد علم من ذلك ان البياض العرضى الوارد من السحاب على ما يقربه اضعف مما يرد على ما يبعد منه *

حاصل

فقد علم ان الضوء واللون الوارد قد يصير على بعد مااشد مما يكون بالقرب القريب لخلوصهما عن شوب مايكسفهما بالقرب وليكن هذا على ذكرمنك*

تمثيل

ومثل ذلك يدرك فى المسموعات ايضا فان اصوات الطبول التى تضرب فى ازدحام كداخل سوق تسمع على بعدبعيد من السوق اذاكان بعيداً عن الازدحام واللفظ اصدق مما يسمع على بعد اقرب منه اذاكان يلى الازدحام او يكون فيه ايضا هذا ومثل ماذكرناه من ادراك كثافة السحاب ورقته

كثيرا ما يشاهد فى الادخنة المرتفعة من سواجر الجص فانها ترق وتكثف زمانا فزمانا وجزءا جزءا فاذا كثفت و نظرت اليها وانت منها فى جانب الشمس رأيت البياض قويا واذا رقت ضعف *

تنبيه

ونظير ماذكرنا انه اذا اطبق السحاب ونظرت الى قبة ممردة مستديرة عن بعد فانك تدرك ضوء السحاب بالانعكاس من جانبي القبة اشد مما تدركه من وسطها وكذلك ضوء الهواء ان لم يكن سحاب وكذلك لو كان البناء المرد مخروطا مضلعا وبعض سطوحها مواجهة والبعض مائلة فانك تدرك البياض من المائلة اشد وذلك لان السطوح المواجهة تظهر معانيها للبصر اقوى من الظهور عن المائلة واذ ذاك فتغلب فى المواجهة الصور المستقيمة على المنعكسة وفى المائلة تغلب المنعكسة واذا كانت سطوح هذه الابنية خضر الالوان كان هذا الادراك ابين - والله اعلم بالصواب *

الفصل الرابع فى سبب التقازيح

التقازيح الوان مختلفة متقاربة فيما بين الزرقة والخضرة والصفرة والحمرة والدكنة(١) تحدث من ضوء نير قوي واردة الى البصر بالانعكاس والانعطاف او بما يتركب منهما وذلك ان كل صورتى ضوء اذا تقاربتا وبينهما ظلمة فاذا شارفتا الاتصال ظهر فيما بينهما زرقة نورية كما يشاهد فى اصل الذبالة لاختلاط الظلام بما يكتنف الصورتين من ضوئهما الحادث فى حوالى مخروطيهما واذا كانتا بعيدتين ولم يتميز للمبصر فقد يكون المدرك منهما زرقة فقط فاذا اتصلتا حدثت صورة نورية قوية اعظم من

---

(١) ن - والبياض حس تحدث من صورتى ضوء *

كل منهما منفردة وهذا المعنى مما يمكن اعتباره فى كثير من الصور المستقيمة والمنعكسة والمنعطفة الا انه اكثر ما يوجد فى المنعكسة والمنعطفة ثم الصورة المستقيمة على ما تعطيه الاصول السالفة فان الجانب منها الذى يلى سطح مخروط الشعاع اضعف من الذى يلى السهم واشد اجتماعا واشتباها وتزداد هذه المعانى اذا عرض لها انعكاس او انعطاف وهذا الضعف والاجتماع يحدثان فيها معنى هو كالدكنة بالقياس الى رتبته فاذا نظرت الى الصورة الواردة من نير كالقمر او السراج فى حواشى المنعطف بانعكاس اوبانعكاسين بان تحرك البصر من السهم الى الحاشية فانك تدرك صورة النير دائما فى الاوسط واحدة ومما يلى الحاشية اعظم لان تضايق المخروط هنالك اشد فاذا دخل البصر الاشعة المثناة فاول مايدخل تبدو له صورة اخرى من نهاية الحاشية ثم يتقاربان فتحدث عند حد من القرب الزرقة النورية وبعد ذلك عند الاتصال الصفرة النورية كما فى وسط الذبالة وعند الانتهاء الى حدبة المخروط التى اذا جاوزها البصر خرج من المخروط الدكنة النورية وهى الحمرة المنتهية الى الظلام كما فى اعلى الذبالة ولاجل ذلك تدرك الالوان على هذا الترتيب فى القوس الحادثة على الجسم الابيض عند اعتبار امر المنعطف بانعكاس ولو اتخذت مرآة ينعكس عنها الضوء على النحو المشروح فى المنعطف بانعكاس واعتبر الامر فيها بالوجهين المذكورين فى المنعطفين ادرك الحال على ذلك الوجه وقد يحدث بدل الزرقة الخضرة وقد تحدث بين الزرقة والصفرة الخضرة وبين الصفرة والحمرة متوسط بينهما واسبابها لا تخفى على الفطن وغير خاف ان السبب القوى فيها قوة الصورة النورية بحسب تميز مراتبها المتقاربة

لونا

لونا عند الحس وكذلك اذا كان سطح المبصر ذا اجزاء صغار مختلفة صقيلة وكان لون المبصر الى السواد ماهو وقابله النير القوى صارت الاجزاء مرايا او انعكست صور النير من كل منها الى البصر مثنى او فرادى متقاربة او متصلة من اواسط المخروطات او حواشيها فيظهر لذلك تمازيج من الزرقة والخضرة والصفرة والحمرة (١) كما يشاهد فى ارياش الطيور وبعض اعضاء الحيوانات واجزاء النباتات وغير ذلك وربما شاهدت ذلك فى الاهداب وبعض شعرات الحاجبين اذا حاذيت قرصة الشمس والبصر مستظل بالحواجب ومافوقها قليلا *

تذنيب

ومما يشاهد من الكرة المشفة حصول قوة الاضواء الممتزجة اذا كانت متشابهة وضعفها اذا كانت متباينة واعتبر ذلك بان تقبل الكرة الشمس وتقبل الكرة من الجهة الاخرى جسما مسفر اللون مستوى السطح وتجعله قريبا جدا من الكرة وتنظر اليه فانك ترى عليه دائرة مضيئة الا تتشار تنقسم الى حلقة متطرفة ودائرة وسطى والحلقة اشد اضاءة بكثير من الوسطى واوسط الوسطى اضوء قليلا ونقطة المركز مضيئة جدا وانما ذلك لان المتطرفة حاصلة من اثناء اشعة متشابهة فى الانعطاف فيتقوى والوسطى من اشعة متباينة لانها الاوائل والاواخر من المنعطفة ونقطة المركز لعدم الانعطاف وايضاً لاجتماع اشعة مبدأ عنده والقدر من وسط الوسطى لان الاوائل ثم اقوى لان انعطافها يسير جدا ويكون حينئذ عرض الحلقة اقل من نصف قطر الوسطى بكثير ثم اذا باعدت بين الجسم والكرة قليلا قليلا رأيت الوسطى تتصاغر والحلقة تزداد عرضاً

(١) ن — تفوت الحصر *

وهكذا الى ان تنعدم الوسطى وتصير الحلقة دائرة مضيئة جداوذلك عند مايكون سطح الجسم مارابنقطة * ا * فى الشكل المرسوم لمخروط الاحراق وبعد ذلك تتصاغر الدائرة المضيئة الى ان تنعدم ايضاً وذلك عندمايكون سطح الجسم مارا بنهاية المخروطات المحرقةوبعدذلك فلايرى ضوء يعتدبه من موضع السهم لانعدام ضوء الاجوف ويبد وضوء الاوسط الاانه لايكون ظلامحضا بل ضوءا ماالى ان يضمحل ومن ذلك تعلم لمية الاحراق على البعد المخصوص فان ماصر فى الكرة المحرقة لايخفى ضعفه واذا كان الجسم المقابل للكرة منكسف اللون فانه يظهر للحلقة تمازيج فتحيط بها دائرة كمودة تليها من داخل دائرة الى شبه صفرة اوبياض تليها دائرة زرقة ضعيفة اذا وقعت (١) النظر وان نظرت الى داخل الكرة من فوق حتى ترى قطعة الاجتماع بانعطاف واحد رأيت على محيطها هذه التقازيح ظاهرة جداً وتظهر القطعة للبصر كالقطع الناقص لمكان ضوء العرضى الثانى فهذه لازمة لهذه المنطقات واعما يرى فى قطعة الاجتماع اصدق مما على الجسم المقابل خارج الكرة لان الاضواء والالوان الحاصلة فى السطوح الصقيلة اشدا جتماعا منها فى السطوح ذوات المسام الكثيرة ولان تعدد الانعكاس يضعف الضوء واللون فتقزيح المنعطف بانعكاس اقوى من الثانى وهكذا الى الرابع ولايبعد ان تصير الصفرة النورية فى الثالث والرابع الى البياض *

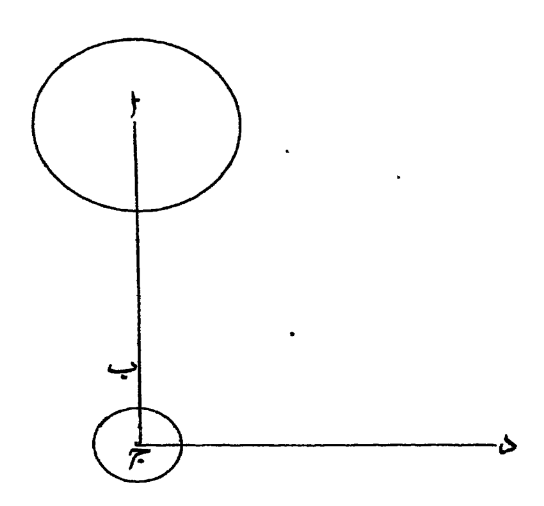
الفصل الخامس

الفصل الخامس فى كيفية حدوث القوس(٢)

نفرض مركز البصر بين مركز الشمس ومركز كرة مشفة صقيلة وليكن

(١) كذا ولعله — دققت — ح * (٢) كذا والظاهر القوسين — ع د *

الشكل ٢٠٠



ب اج * و * اب ج * خطا مستقيما و نخرج من * ج * عمود * ج د *
ثم نفرض الكرة انها تحرك متباعدة عن خط * اب ج * بحيث لايزايل
مركزها العمود فاذا زال مركزها عن خط * اب ج * مال مخروط
شعاع البصر المنعطف بانعكاس على جرم الشمس ولانزال الشمس بحسب
تباعد الكرة عن خط * اب ج * تتقارب من حاشية المخروط فى جهة
حركة الكرة و ترى بصورتين فى موضعين من الكرة مما يلى خط
اب ج * و كلما تباعدت الكرة تقاربت الصورتان الى ان تشارفا التماس
فيقوى النور وتحدث عندذلك زرقة آسما نجونية انخالطها ظلمة اوخضرة
ثم اذا تداخلتا يقوى الضوء فضل قوةو تحدث عند ذلك صفرة نورية ثم
تتصاغر الصورة الممتزجة وتحمر الى السواد ماهو الى ان تضمحل وذلك
عند ماتحصل الشمس خارج المنعطف بانعكاس ﴿ الشكل ـ ﴾
ثم ان الكرة مادامت تزيد بعداً عن خط * اب ج * فان المنعطف
بانعكاسين يزيد قربا من الشمس الى ان تحصل داخله فتظهر فيه بعكس
ماخفيت فى الاول فتكون فى اول ظهورها حمرة ارجوانية ثم صفرة نورية
ثم زرقة صافية ثم ضوء الايحس به حق الاحساس لانعدام احدى الصورتين
اوانفصالهما متباعدتين فاذا كان فى الهواء رش كثير متراكم احدثت
الاجزاء الرشية المنتظمة على دائرة تؤدي كل منها صورة من الصور
المذكورة بما يقتضيه عروضها صورة قوسين على ما يشاهد اما الصغرى
فاعلاها حمرة ثم صفرة ثم زرقة واما العليا فبعكس ذلك وتحجب ماوراءها
بما يظهر فيها من الالوان والاضواء ويكون الهواءالذى بين القوسين اظلم
جدا مما فوقها وتحتها لكون الاجزاء التى بين القوسين خالية عن ضوء

الشمس دون ماوراءها اوجميعها يؤدى صورة الشمس مثنى وفرادى غير انها لاتقوى على النيراى (١) الى البصر لكنها تكسر من قوة الظلام مايحس به واذا اعتبر هذا المعنى فى كرة بلور صحيح الاستدارة وجد الامر كذلك فى صورة الشمس و القمر والسراج والضوء العرضي الذى على الاجسام البيض ثم ان القوس العليا تكون اقل عرضا واضعف وذلك ان صورة الشمس اذا ادركت فى المنعطف بانعكاسين كانت اصغر مما اذا ادركت فى المنعطف بانعكاس لفضل عظم المنعطف بانعكاسين و انفراج الاشعة فيه فيدرك قدر المسافة التى تحدث فيها الشمس الاثر فى المنعطف بانعكاسين اصغر منها فى المنعطف بانعكاس و تكون القوسان متوازيتين وفى سطح واحد قائم على الافق على ماهو المشاهد لان الاجزاء التى يحدث فيها هذا الاثر هى كذلك عند الحس ومن الواجب ان يكون البعد بين القوسين يختلف بحسب اقدار الكرات الرشية وكلما كانت اكبر كان البعد اكثر و كذلك كلما كان البصر اقرب من الكرات الحدثة كانت القوسان اصغر وكذا البعد بينهما ـ وقد ذكر الشيخ انه شاهد ذلك فقال وقد رأيت بجبل بين (ابيورد) وبين (طوس) وهو مشرف جداً كان قد اطبق تحته غيم عظيم عام وهو دونقلته بمسافة يعتدبها لكن الهواء الذى كان فوقه بهذه الصفة وقد كانت ظهرت هذه القوس على الغمام ونحن ننزل عنه الى الغمام فنرى هذا الخيال مابيننا وبين الغمام المتراكم متشبحا على السحاب مسلم الاستدارة لاينقص عن الدائرة الاقدر ما يكسره الجبل وكنا كلما امعنا فى النزول صغر قدره و نقص قطره حتى صارت دائرة صغيرة جدا فلما قربنا من السحاب وكدنا نخوض فيه اضمحل ولم يتخيل بعد *

(١) كذا ولعله الصواب — على التأدى — ح *

تكملة

اذا توالت كرات رشية على العمود الواصل بين مركزى البصر والشمس والبصر بين الشمس والرش تشكل بين الشمس وكل منها منعطفان بالانعكاس اول وثان فلو كانت السهام من جميع الكرات متوازية كانت الزوايا التى عليها يتقاطع محيطا المنعطفين جميعا(١) مع الواصل متساوية لكون محيطات المنعطفات بانعكاس متوازية وكذا محيطات المنعطفات ثا بتين(٢) لكن السهام لما كانت متلاقية عند مركز الشمس فالمحيطات المذكورة موضوعة على التقارب ولا نقطة من الواصل الاو يمر بها محيطا منعطفين من كرة اوكرتين والزاويتان اللتان تحدثان عندها مما يلى الكرات تكون كلما بعدت النقطة زادتا عظما وهما زاويتا ارتفاعى القوسين اللتان توتران نصفى القطرين فكلما كانت النقطة ابعد كان القوسان اعظم على ماشاهده الشيخ وبالعكس وايضا اذاقرب النير من الكرات اتسعت المنعطفات وبعد موضع تقاطع المنعطفة عن الكرات فتكون حدبة المنعطف التى ترد الى البصر من كرة ابعد عن الوسط فتعظم دائرة القوسين*

الفصل السادس فى كيفية حدوث الهالة ذات التقازيح

نفرض مركز الكرة وليكن * ج * بين مركزى البصر والنير وهما * ب ا * على خط * ب * ج * ا * ونخرج من * ج * عمود * ج د * على ا ب * فاذا كان الهواء الذى بين البصر والنير رشيا مملوا من الرذاذ المتراكم فان الكرات التى تكون مراكزها على الواصل بين البصر والنير يكون البصر فى وسط مخروطات احراقها وتظهر للبصر الصور النيرة العظيمة من

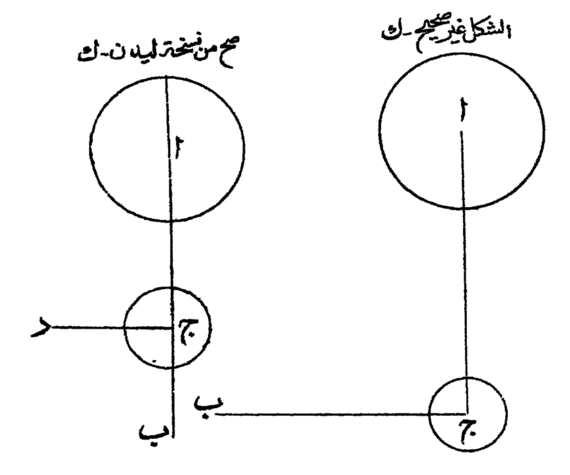
---

(١) ن — جميعها * (٢) كذا ولعله بانثنين *

الاجزاء التي تليه ﴿ الشكل ٢٠١ ﴾ ثم اذا جاوزنا الى الكرات التي تتيا من عنها مثلا فان البصر يميل عن اوساط المخروطات الى يسار حواشيها وترد الصورة النيرة منها الى البصر عن جانب اليمين واحدة ومقتدرة العظم ويتغير لونها الى ان يحصل البصر عند عرض الدائرة وينتهي الى الكمودة فاذا كانت هذه الصور قوية تشكلت دائرة نيرة ضبابية المرأى كالقوس حول النير تحيط بها حلقة تكاد تتقزح وتكون الى الكمودة ماهي ثم تتشكل حول الدائرة من اجل انعطاف صورة النير الى البصر في طبقتين من الرذاذ دائرة ثانية متقزحة على عرض الطبقة الاولى المذكورة في اصل هذه الهالة فتحدث حلقة بينة التقازيح عرضها اعظم من قطر الدائرة الضبابية وتكون الوانها التي تلي النير خضرة اوزرقة ثم صفرة ثم حمرة الى الكمودة فان كانت الصور قوية فتحدث حلقة ثانية اعظم عرضاً من الاولى وعلى تقازيح الاولى الا انها تكون اضعف الواناً واخفى تقازيح وليس يبعد ان تحدث ثالثة ايضا الى ان تضمحل الصور المنعطفة وقد شاهدنا ذات ليلة من ايام البيض هالة ذات تقازيح حول القمر وكانت عند المركز منها الدائرة الضبابية ثم الحلقة المتقزحة الاولى ثم الثانية ثم حلقة لا لون لها سوى ما كان يبدو من زرقة السماء ثم الهالة البيضاء وذلك بحضرته العلية حفت بآثار السعود *

والهالات التي ترى حول السرج جميعها يصح ان يحدث على النحو المذكور لولا ما نذكره الا انه لم يشاهد منها الهالة البيضاء بل الدائرة الضبابية والطبقة الاولى واما الثانيه فعلى الندرة وعرض الثانية فيها اضيق من عرض الاولى وعرض الاولى اضيق من نصف قطر الضبابية وفي القمرية

الشكل ع٢٠١



بعكس ذلك و تكون مستديرة لان القدر من الذبالة الذى هو اقوى اجزائها وفى وسطها هو الذى يفعل الهالة الاقوى دون جزئيها المتطرفين لضعف الضوء فيها وذلك القدر ليس فيه كثير استطالة فلذلك تحدث الهالة غالباً مستديرة وقد ترى مستطيلة اذا قرب البصر من الذبالة جداً وانما ترى عند الهبوب عن النوم اوضح وانصع لوناً لما مر ان الروح الباصرة مالا يتكيف باللون الوارد لا يدركه البتة واذا كان به تغلظ ما كان اشد تكيفا وعند الانتباه من النوم قد تكون فيه كثافة ما فاذا اعمل النفس الحس حدثت فى الروح حركة ضرورية فلا يتكيف (١) ذلك التكيف القوي فتضعف صورة الهالة وتعظم هذه الهالة بحسب بعد البصر عن الذبالة وتضعف الوانها وسبب ذلك بين على ما تمهد فى الاصل واما المانع المذكور فهو ان هذه الهالة اذا حجب بعضها بكثيف دون الذبالة لم يستتر البعض بل ظهر من دون الكثيف فاذا تحجبت الذبالة انعدمت البقية وان لم يحجب محلها بالكثيف وكذلك قد توجد دائرة ضبابية للقمر ضعيفة والجو مصحٍ وتكون كما ذكر فلو كان حدوثها عن الانعطافات المذكورة لكان ينبغي اذا حجبها الكثيف ان يبقى القدر الذى ما(٢) يحجبه ظاهرا للبصر مع يسير المضيء كما فى سائر الهالات واذ ذاك ففي سبب حدوثها توقف ولنسمها خيالية ولم يتفق ليلة حدوث الهالة القمرية المذكورة ان يعتبر فيها هذا المعنى ولا شك انها لم تكن خالية لما شاهدها خلق كثير وبعيد ان يعرض انحراف معين فى زمان بعينه لابصار طائفة حتى ترى مثل ذلك طائفة من ليلة بعينها وشاهدنا ايضا ليلة شتوية هالة قمرية ذات تمازج هى الضبابية والطبقة

---

(١) ن — فيلطف ذلك التكيف ☆ (٢) كذا — ح ☆

الاولى الا ان عرض الضبابية كان اعظم بكثير من عرض الطبقة كالهالة السراجية واعتبرتها فلم تكن خيالية وكان الضبابية(١) دائرة صغيرة كالضبابية تحيط بالقمر هي اقوى ضوءاً بكثير من الضبابية ولم تظهر لها تقازيح اصلا وكان بياضها متشابهاً وبالوجه المذكور في حدوث الضبابية يصح ان تحدث داخل القوس السفلى قوسان شبيهتان بها اوقطعتا قوس وبعدها اخريان وهكذا الى ان تضمحل الا ان كلا منها اضيق عرضاً مما قبلها بخلاف الهالة كما هو مشاهد وذلك لان الصور الفاعلة للقوس الواردة الى اجزاء وذا ذيتها المنعطفة الى المنعطفة الى البصر ليست ترد الى جميع اجزاء تليها حتى تتسع الصورة الثانية في جميع نواحي الصورة الاولى بل انها تؤدى من اجزاء القوس السفلى الى ما يلي الارض فقط في ادنى عرض ثم ينعدم ومن اجزاء القوس العليا بخلاف ذلك وفيه دقة تقتضي امعان النظر *

تنبيه

ثم ان مثل هذه الهالة اذا حدثت عن الشمس ففي اكثر الاحوال لا يمكن التحديق اليها لقوة الصورة النورية بل يدرك عندها ضوء قوي قاهر واعلة يدرك المعتبر الالوان اذا دخل بيتا مظلما وسد جميع الثقوب سوى ثقب واحد ضيق ينفذ منه سهم الضوء ثم قابل الضوء بجسم فسيح ابيض غير ساطع فانه يرى حينئذ حوالى ضوء الشمس شبه الهالة المذكورة ذات تقازيح محيطة به وعلة ذلك مبينة في مقالة صورة الكسوف في الملحقة بذيل الكتاب وكذا يدرك ذلك اذا ادرك الشمس وما حواليها بالانعكاس عن السطوح الصقيلة واذا كان لون الصقيل مظلما كان الوانها اشد تميزاً وهذا من الشواهد على ان الاضواء القوية اذا ضعفت تميزت عند البصر *

(١) كذا — ح *

تنبيه

وهذه السحابة التى تتأثر عن الشمس هذا الاثر قد تكون قطعة غير محيطة بالشمس فيظهر منها الضوء القاهر وهى الشميسات وقد يشاهد منها مايكون اقوى على قهر نور البصر من قرصة الشمس الا ان هذه الهالة قلما تخلص عن شوب سحاب كدر يخالط الوذ اذا لمتأثر بالاثر فلذلك لايمكن ادراك الوانها واحوالها محققا *

الفصل السابع فى كيفية حدوث الهالة البيضاء

الفصل السابع

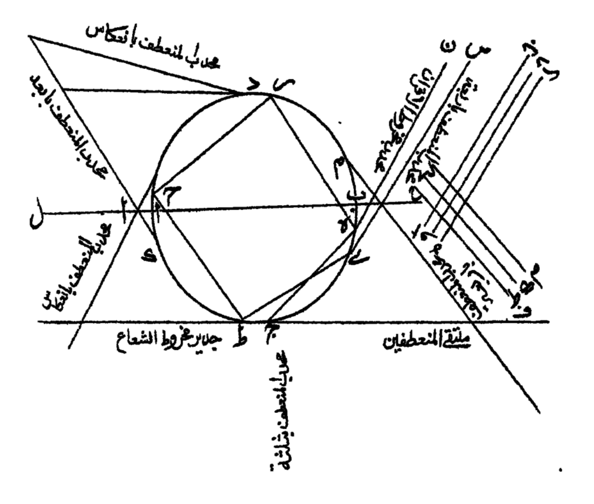
واما الحلقة البيضاء فالاظهر من اسباب حدوثها انعكاس الصور الخمس الى البصر كما سبق ذكرها فى الاصل الرابع فانها تقتضى حدوث حلقة بيضاء قليلة العرض على مايشاهد و يمكن ان يتقوى هذا البياض بما ذكره ابن الهيثم رحمه الله الا ان اسناد الاثر الى الفاعل الاقوى اولى وداخل الهالة الشمسية لايكون على لون السماء بل الى كمودة ماويزيد ذلك فى الحواشى ولعل ذلك من اختلاط الضوء الحادث من صورها المنعطفة الى البصر من الاجزاء الرشية فى طبقات هالتها المتقزحة مع زرقة السماء و لذلك كلما قارب المحيط زاد كمودة لان الصور تتكرر انعطافاتها وقد يظهر شيء من تقازيحها ايضا وهذا غير موجود فى الهالة القمرية لضعف صور القمر المنعطفة من الاجزاء التى فى داخل الحلقة البيضاء وعند حواشيه عن الظهور للبصر فيخلص الى البصر لون السماء هذا على ما اتفقت المشاهدة منها مرارا كثيرة واما ما ينقل ان الهالة الشمسية تكون اعظم من القمرية دائما بكثير فلم نجد ذلك والدائرة الآسمانجونية التى تبدو محيطة بالحلقة البيضاء الشمسية يمكن ان تحدث لما يعرض للصور الخمس المذكورة من ضعف عند نهاية الحلقة من خارج كما تبين من الاصل المذكور

فتخالطها الظلمة فتدرك زرقة اولصور نورية متقاربة لاتجتمع بعد ذلك ولا يبعد ان تكون صوراتحدث من انعطاف الصور الفاعلة للبياض فى طبقة اخرى من الرذاذ الى البصر و التردد فى امرها بعد باق وكثيرا ماتختفي هذه الزرقةومن اسباب اختفائهاكون ماوراءها عنها(١) بيض فاعرفه واعتبر ذلك فى زرقة اصل الذبالة فانه اذاكان وراءها وبالقرب منها بياض لم تظهر واذا كانت ظلمة ظهرت و يشاهد بين الحلقة البيضاء ونهاية الكمودة التى فى داخلها شبه صفرة و ذلك انما يكون لمخالطة الكمودة البياض ولذلك ذكر الشيخ رحمه الله ان الهالة الشمسية تكون ذات تقازيح و يمكن ان يتصور حدوث هذه التقازيح على هذا الوجه فليكن النير * ل * و ليلتق سهم المخروط الكرة الرشية على * ا * ب * و الشعاعان اللذان يلياق المماسين للكرة على * ج * د * ولان الشعاع النافذ من * ج * يكون وتر قوس اقل من الربع فيكون طرفه بين * ب * ج * وليكن * ه * وهو ينعكس فى الكرة على مثله فلينعكس على * ه * ر * اولا وعلى * ر * ح * ثانيا و * ح * ط * ثالثا و * ط ى * رابعا ولينعطف بعد كل انعكاس فى الهواء فيكون * ه * عنداصل مخروط الاحراق و * ه * ن * على سطحه و * ر * عنداصل المنعطف بانعكاس و * ر * س * على سطحه و * ح * عند اصل المنعطف با نعكاسين و * ح * ع * على سطحه و * ط * عند اصل المنعطف بثلثة و * ط * ف * على سطحه و * ى * عنداصل المنعطف باربعة و * ى * ص * على سطحه و بين ان قوس * د * ر * ضعف * ب ه * و * ح ا * ثلثة امثالها و * طج * اربعة امثالها و * ى ب * خمسة امثالها ولان الخطين المماسين للكرة على نقطتى * د * ونظيرة * ح * و لتكن * ك * هما

---

(١) كذا — ح *

الشكل الف ٢٠٢

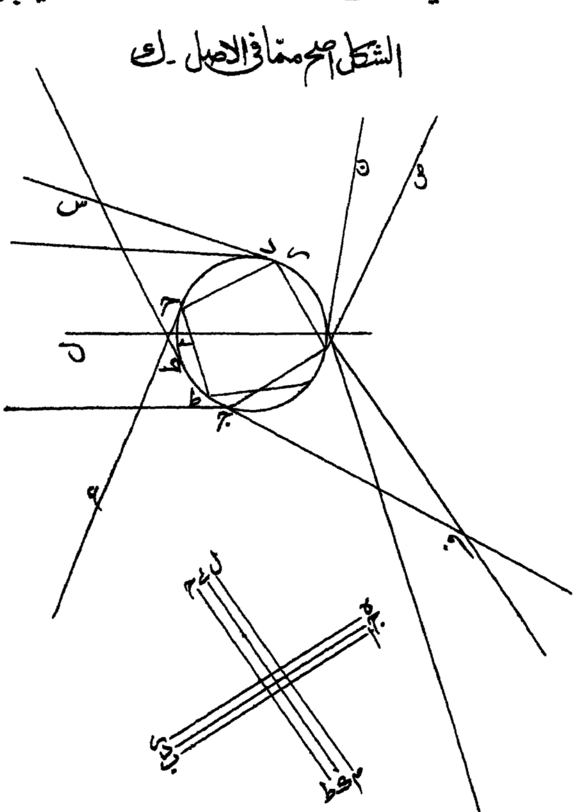


ليس هذا الشكل صحيحاً - ك

الشكل ب ٢٠٢

هذا التصوير شمسي على فوطوغراف عن النسخة الليدنية ويوجد فيه

الشكل أصحّ ممّا في الاصل ـ ك



على محدبي المنعطفين بانعكاس وانعكاسين وبين * ر * و * ك * ربع الدور وخمسة امثال *ب* ه * و * ب * ه * قوس صغيرة هي درجة مثلا لكون شفيف الرش اشد من الزجاج فلابد ان يتقاطع محدباهما بقرب الكرة وليكن على * س * ويكون خارج التقاطع خلوا من اوضاع المنعطفين والداخل مشترك بينهما وكذلك الخطان المماسان للكرة على نقطتي * ط ونظيرة * ى * ولتكن * م * على محدبي المنعطفين بثلثة واربعة وبين النقطتين ربع الدور وتسعة امثال * ب * ه * فهما متلاقيان لكن على بعد ابعد من الكرة وليكن على * ف * فاذا سلكنا السبيل المذكور في الهالات بان حدوث الهالة الشمسية على الانواع المشاهدة اما الشميسات فلقوة الصور الواردة في مخروط الاحراق اذا كانت الرش قريبة اوكرات عظيمة وتكون ثلث طبقات في الحقيقة فالمتطرفة الى حمرة مع كمودة وتتلوها صفرة الى بياض ويتوسطها شبه زرقة كما يشاهد في الضوء على الجسم الذي يقابل به الكرة المحرقة ويكون منكسف اللون وهذه الالوان تظهر تارة في الجو اذا كانت ضعيفة وتختفي لذا كانت قوية فتظهر بالانعكاس اوبان تصير ثانية كما سبق واما المتقزحة فلان محدبي المنعطفة بثلثة واربعة يتقاطعان على هذا الشكل ﴿ الشكل ﴾ فا * ب * ج * د * ه * ر * تقازيح المنعطف باربعة و * ح * ط * ى ك * ل * م * تقازيح المنعطف بثلثة فالبصر اذا كان فيما بين * ا * ن * م * فانه يدرك ضوء الشمسية في مخروط الاحراق وكلما قارب * ن * تزيد الكمودة واذا كان عند * ن ادرك حمرة تخلط زرقة فيكسفها وعند * س * صفرتين تمتزجان او بياضين وعند * ع * كما عند * ن * والجميع ضعيفة فلاجرم تبدو منها الطبقة لوسطانية

الى البياض واذا خرج من التقاطع تظهرله الزرقة من المنعطف باربعة من غير امتزاج فلاجرم تحيط بالبياض زرقة ولا يبعد ان يكون م، و ر البصر تحت تقاطع * ن * س * ع *فتحدث هالتان متقزحتان اوضاع التقازيح فيهما مختلفة فالصغيرة داخلها الزرقة والكبيرة خارجها (١) والصغيرة اقوى من الكبيرة وقد شاهدنا وقت الاصفرار يوما قطعة من الصغيرة صادقة الالوان متصلة بالافق من جهة الجنوب وشاهدنا ايضا ضحوة نهار شتوى هالتين متقزحتين والصغيرة على قدرها المعهود وطبقة الزرقة خارجة والكبيرة يكادان يكون قطرها وتربيع الدوراذ محيطها يقرب من الافق وسمت الرأس و طبقة الزرقة منها خارجة ايضا وهى اخفى لونا ولا يبعد ان يكون كل منهما فى طبقة من الرش و الكبرى اثرالعليا *

(قال) فى الشفاء واذا وقعت سحابة بهذه الصفة تحت سحابة امكن ان تتولد هالة تحت هالة والتحتانية تكون اعظم من الفوقانية لانهااقرب فتكون مادتها المرئى باجزاء ابعد من الوسط *

(اقول) فمن الواجب حينئذان تكون العظمى اقوى الوانا والمشاهد بخلافه *

(قال) والهالة الشمسية فى الاكثرانما ترى اذا كانت الشمس بقرب الافق *

(اقول) واكثر ماشاهدتها فى اواسط النهار قبل الزوال وبعده *

(قال) وقد رأيت بهمذان هالة حول القمر قوسية *

تنبيه

لما كان تأثير الاضواء بحسب القرب والبعد من البصر يختلف فلا بد من ان تختلف هيئات المبصر الواحد بحسب البعد والقرب ويظهر ذلك فيما يقوى ضوءه ولذلك يجب ان تكون الاجزاء الرشية على بعد معين من

البصر

(١) - كذا - ح *

البصر لظهر الآثار وقد شهدت التجربة على انه ينبغي ان تكون على بعد مقتدر وذلك اذا اعتبرت الحال بكرة صغيرة كالخردلة فلايخفى ان الهواء المحدث للهالات يكون قليل السمك بحيث لا يحجب جزء منها جزءا آخر قد وردت منه الصور لان امثال هذه الصور اذا صادفت كرة رشية اضمحلت غالباً اواحدثت الهالات ذوات التقازيح وذلك نادر جدا واما في القوس فقد لا يتفاوت اذ هي تظهر للبصر من الاجزاء التي هي اقرب اليه دون الابعد بخلاف الهالة فاعرفه (١) والهالة البيضاء القمرية يمكن ان يتصور حدوثها على هذا الوجه ايضاً الا انه لا يظهر منه سوى البياض لضعف ضوء القمر *

تنبيه

فان قيل ان صور المنعطف بانعكاسين ضعيفة جدا فكيف يحس بصور المنعطف بثلثة و اربعة *

(قلنا) ضعف الصور المشاهدة في المعطات من الكرات الكبار انما هو لطول مسافة لانعطافات والانعكاسات وغلظ البلورة فاما الاجزاء الرشية فان السببين يضعفان فيها فالظاهر انه يحس منها بصور المنعطفين الآخرين و يشهد لذلك ان الهالات الشمسية تكون اخفى الوانا من القوس العلية بكثير اذا كانتا على الحالة الغالبة *

تنبيه

لما كانت الهالة الخيالية مما يترا أى اذا ادرك لنير وتختفي اذا لم يدرك فلابد من ان يكون حدوث ذلك في البصر دون الخارج واذا كان من خاصية البصر ان تحدث فيه من الصورة النيرة الحاصلة فيه هالتها فمن اجل ذلك

---

(١) ن — باكيفور هاهنا — تنبيه *

لا يصح ادراكه للاشياء التي تكون بقرب النار او قرب مسامتة الشمس لان هالتها الخيالية تكسفها فاذا حجبها عن البصر بيده ادرك تلك الاشياء صحيحا *

تحقيق

البخار يطلق على معنيين احدهما الجسم المتصل الواحد المتشابه الشفيف المرتفع من الندا وة لفعل الحرارة فيها وتلطيفها لها والثاني الاجزاء الرشية المتكاثفة الصغار جداً كما يوجد في هواء الحمام والضباب والسحاب وهو ليس بمتصل وان كانت اجزاؤه مشفة ومن شأن الاول ان لا يحجب الذي وراءه وان عظم سمكه بل يرى بالانعطاف ومن شأن الثاني اذا عظم سمكه ان يحجب ما وراءه لان الشعاع البصري اذا احاط بكرة منها انعطف فيها ثم عنها على ماتقرر واذا صادف عند ذلك اخرى انعطف ثانيا منها واذا صادف ثالثة انعطف ثالثا فاذا تكررت الانعطافات تلاشت الاشعة وضعفت جداً ولم يكن ما يرد على النحو المذكور الى البصر مما وراء البخار ضوءاً محصلا بل عسى اثراً ضعيفاً فلا ترى للبصر اصلا او يرى منه ضوءاً الى البياض فاما ان كان الانعطاف مرتين او ثلثا فقط وكانت الاجزاء الرشية متقاربة على ماذكر في اصول الهالات فانه يمكن ان ترى بسببها الهالات غير الخيالية ولذلك يحجب الضباب والسحاب ماوراءهما فاما البياض فلان ضوء النير يرد منها الى البصر على ضعف توجبه الانعكاسات والانعطافات وقد يقوى فيقهر البصر كما في الشميسات حول الشمس بل ومما يكون بعيداً عن سمتها وكثيرا ما يرى في القطع من السحب البعيدة عنها بياض قوى قاهر للبصر دون قهر الشميسات فاذا ضعف البياض جدا فقد يرى مظلما كما يرى في بعض السحب وذلك بين للنظار ولوجود

هذا البياض فى مثل هذا البخار غالباً لا تخلو الهالة الشمسية عن شوب سحاب ابيض فاعرفه ولا يوجد فى القمرية لضعف الضوء غالباً *

﴿ تنبيه ﴾

واعلم ان جميع ماذكرنا من احوال الصور الواردة فى الفصول الثلثة الاخيرة انما يكون كذلك اذا لم ترد على سموتها صور اخرى فاما اذا وردت فالحال تتغير وقد شوهدت قوس فى زمن بعض الخلفاء وفيها طبقة سوداء فهال ذلك الخليفة ومن كان معه فروجع التبريزى (١) وهو ابو العباس الفضل بن حاتم شارح المجسطى فى ذلك وكان مع القوم فاستكشف عن احوال النواحى التى كانت فى جهة الشمس عنهم فاخبر انه قد اجتمعت فى بعض تلك النواحى تلال سود لا يحصى كثرة فى قطعة عظيمة من الارض وتراكمت فحدس ان الشمس قد اشرقت عليها وانعكس الضوء عنها الى السحاب فحدث ذلك السواد وذلك يتأتى على اصل القوس لمن تأمل فان مثل تلك الصورة قد ترد الى البصر فى المنعطف بانعكاس *

﴿ تذنيب ﴾

هذا على الامكان البعيد جداً فان صورة الشمس الواردة على الاستقامة الى الرش لما كانت توجب تلك الصفرة الضيقة فى تلك الاجزاء وهى اقوى آثارها فيها فما ظنك بصورتها المنعكسة عن اطراف اعضاء التلال وهى مرايا فى غاية الصغر والتحديب فلا توجب الا تشتت الضوء وضعفه واما ما تقتضى به القوس فهو ان تلك الطبقة السوداء بعينها كانت هى التى ذكرنا انها تحدث فيما بين القوسين الا انها لما كانت قلما يحس بها وخصوصاً فى الغاية

---

(١) - كذا والصواب التبريزى وكان متقدما فى علم الهندسة والادراك - ك *

لان ذلك انما يكون عند تراكم الرش وصفاء الهواء فى المسافة المستقيمة بين الشمس والرش وتكامل سائر الاسباب وهذا لا يتفق فى ازمنة طويلة واذا اتفق فقلما يحس به من يذكره بين الناس حتى يشهدوه ولذلك لم نجده فى شىء من كتب من تكلم فى القوس والوانها عجيبة واذا ظهرت فانها تكون قوية السواد قد شاهدنا ذلك مراراً فيكونون لما رأوا ذلك مستنفرين لها متعجبين منها هذا هو الاشبه بالواقع فى امر ذلك *

﴿ تذنيب ﴾

فاما ادراك بعد القوس فلان الاجزاء التى يتم فيها تشكلها اجزاء رشية حاصلة فى مسافة عظيمة من الهواء ليست فى سطح واحد قائم على الافق حتى يرد الى البصر ضوءه جميعها او معظمها فان الخيال لا يتراءى وكذا ادراك بعد الهالة ولان الاجزاء الرشية قد تكون على بعد من البصر فى القوس والهالة وان كان هذا البعد يسيراً جداً فان هذه الخيالات ضعيفة فيضمحل عن امد قريب لكن البعد لما لم يكن مسامتا لاجسام مترتبة متصلة فيكون غير محقق ويقيسه البصر بالابعاد السماوية فيظنه عظيما ويغلط *

(قال فى الشفاء) ولو امكنك ان تقرب الشمس اليك تقربت القوس منك وكبرت ولو امكنك ان تزيدها بعدا محسوسا تباعدت القوس عنك وصغرت وبعض من لا يحقق ظن انك اذا قربت من القوس قربت منك واذا بعدت بعدت منك وهو خطأ *

(اقول) اما الصغر والكبر فمحقق على ما دل عليه البرهان واما البعد والقرب فلما كان امراً حدسيا وعلى التشبيه بالسمائيات فلا شك انه كلما كان اصدق كان اقرب وبالعكس واما اختياره فلما لم يكن مأخذه معلوما ففيه توقف *

فائدة

فائدة

(فان قيل) اذا كان سبب الهالة الهواء الرطب الرشي فاذا تكاثفت جداً فهل يمكن ان تنطمس صورة النير الواردة فی وسط الهالة ٭

(قلنا) لا لان الرذاذ اذا صار الى حد من الاتصال يوجب ان يكون جسما مخالف الشفيف لشفيف الهواء فليس يبقى فی اجزائه استعداد انعكاس صورة النير وانعطافها فلا توجد الهالة حينئذ ضرورة واذا كانت موجودة فليس يمكن ان يبلغ التكاثف الى ذلك الحد فلا يرى النير اعظم ٭

طلبة

واما النيازك فان تحقيق امرها مشكل والمنقول فيها غير مقنع فانك كلما ادركت صورة نيرة قوية صغيرة جداً من بعد ادركت لها نيازك كالناشئة عنها وتنتهي عند رؤوسها بتقازيح كما فی القوس سواء كانت الصورة منعكسة او منعطفة او مستقيمة كما اذا نظرت الى الشمس من ثقب ضيق جداً وكما ترى للكواكب الكبار من الثوابت والمتحيرة والسرج اذا كانت على بعد مقتدر كذلك للاضواء العرضية النافذة من ثقب ضيق فی الظلمة وكلما كان ما يحيط بالنيازك اظلم كانت اظهر ونيازك الكواكب والاضواء العرضية تكون غالباً ثمانية اثنان من فوق واثنان من تحت واثنان يمنة واثنان يسرة وتكون الفوقانية اعظم من التحتانية فاما للشمس فلا تحصى كثرة والتقازيح انما تتبين فی نيازك الشمس لقوة نورها وتخفى لغيرها وتحدث للشمس حالة الطلوع والغروب وكذا اذا ادركت صورتها من خلال اشجار ملتفة او سحاب كدر غليظ فيه خروق واذا كانت فی وسط السماء لا يحجبها شيء فلا ترى اصلا وقد تحدث تقازيح عند طلوعها من وراء

جبل عال فى الهواء الذى بين البصر والجبل المظلم اللون وكذا عند الغروب وهى غير تقازيح النيازك وقد شاهدنا فى الليالى الشتوية ان صببنا الماء الحار على سواعدنا ووضعنا سراجاً بقربنا فاذ انظرنا الى ما ارتفع من البخار من ظاهر العضو ومن ورائه السراج وذبالته اعلى من اعالى البخار بحسب سموت اشعة البصر قليلا فانا ندرك فى اعالى البخار شبه حمرة مع كمودة وفيما يليها حيث يتصل بالعضو شبه خضرة ومن يجربه يجده كذلك *

تكملة لحدوث الالوان

ثم انه لا يبعد ان يفيض عند حدوث الانعطافات والانعكاسات الكثيرة من بعض المبادى السماوية امر به يتم وجود البياض المحسوس لحصول الاستعداد كالاشتعال وهو الصورة النورية التى تفيض على مادة الدهن المتسخن جدا او الكبريت اذ يستبعد العقل ان يحصل فى الثلج ذلك البياض المشرق الذى يضيء الليل البهيم حال تراكم السحب وانقطاع اضواء الكواكب عن الارض بمجرد انعطافات ضوء السحاب ولونه فى اجزاء الثلج وانعكاساته عنها وكذا الحال فى الوان القوس والهالة المتقزحة فان القوى السماوية منبثة فى اشخاص الكائنات وهى مرئية الافعال ان لم تكن مرئية الذوات والله اعلم بحقائق الامور *

فهذه المقالة غاية مرامى الفكر ومطارح النظر فى امر القوس والهالة فان اصابت فذلك بتوفيق الله سبحانه وتسديده اذ بالتوفيق تفويق السهام وبالتسديد اصابة المرمى ونيل المرام ولست ممن يخطر ببالهم مخاطرة الاكارم فى الاشتهار بالمكارم *

ومن لى بالقدح العلى وليتنى * انل فذها ان لم افز برقيب

وانما توخيت فيما تصديت له الانخراط فى جملة الذين عنوا بالاستبصار لا التشبه بمن ينكث سبيل الرشد والاقرار الى سبيل الغي والانكار نعوذبالله من ذلك والانضواء الى اولئك فمن نظر فيما اودع هذا الذيل نظر اعتبار ووفق للعثور على عثار ثم تفضل علي بالتنبيه والارشاد واصلاح مواضع الفساد فجزاؤه مني حسن الثناء ومن الله تعالى جزيل الثواب فى المعاد *

(ثم) ان صاحب هذا العلم لما كان ينظر فى الاضواء من حيث انها كيف تصير سببا لادراك البصر فيجب عليه تفسير معنى الضوء والظل والظلمة والشفيف والكثافة والشعاع المستعملة فيه ويستحسن منه ان ينظر ايضا على سبيل الاستطراد فى بعض لوازم امتدادات الاضواء الجزئية كامتدادها من الثقوب الى السطوح المقابلة لها وهى هيئتها قوة وضعفا واشكالها الحادثة وكذا فى الاظلال التى هى كالمقابلة للاضواء واحو الحافر أينا الانثناء الى ذلك تكميلا للفن واتيانا بالواجب والمستحسن واعتمدنا فيه ايضا مقالاته الثلث فى الاظلال وصورة الكسوف وحقيقة الضوء فاتينا متهابالباب والحقناها بذيل الكتاب وهذا حين نشرع فيه بتوفيق الله تعالى والحمد لله رب العالمين والصلوة على محمد وآله اجمعين *

بسم الله الرحمن الرحيم

تحرير مقالة الاظلال وهى ستة مقاصد

مقدمة

(قال رحمه الله) ان احد الاصول المعتمد عليها فى علم الهيئة وحركة النيرين معرفة الاوقات ومقادير الساعات وموضع الشمس فى جميع اوقات النهار وتحقيق مقادير الخسوفات وازمانها هو اظلال الاجسام الكثيفة والاظلال تختلف هيآتها بحسب اختلاف مقادير الاجسام المضيئة والمظلمة وتختلف ايضا لذلك قوة وضعفا ووجدنا كل من تكلم فيها قد سلكوا طريقة واحدة فى هيئة الشكل ولما امعنا النظر فى امرها وجدنا طريقهم غير محررة وكل معنى استدلوا عليه بالظل يشوبه بعض الزلل لتسامحهم فرأينا ان نشرح امر الظل شرحا مبينا ليتحقق جميع مايستدل عليه بالظل ويستدرك به كل ماوقع فيه من الخلل *

(فنقول) بين ان كل جسم كثيف اذا اشرق عليه ضوء ما استتر ماوراءه عن ذلك الضوء وان رفع الكثيف اشرق الضوء على الموضع المستظل فالظل هو عدم الضوء المشرق على الكثيف والموضع المستظل هو الذى عدم فيه ذلك الضوء وان اشرق عليه ضوء او اضواء اخرى فان لم يشرق عليه ضوء آخر اصلا كان ظلمة والموضع مظلما فالظلمة عدم الضوء بالكلية والظل عدم ضوء مخصوص فكل ظلمة ظل ولا تنعكس وقد يسمى الضوء القليل ظلمة الا ان ذلك على المجاز وكذا الظل الرقيق جدا يسمى ضوءاً على المجاز فحقيقة الظلمة هو عدم الضوء بالكلية وحقيقة الظل هو عدم بعض الاضواء مع وجود ضوء ممازج للظل *

(اقول)

(اقول) يريد بالظل هاهنا الظل الذى ليس بظلمة وبالمزاج المجازي التوهمى لان العدم لا يمزج الوجود واما كيفية هذا التوهم فذلك ان البصر قد استقر عنده انه اذا فتح الاجفان الى جسم يقابله فان صورة ذلك الجسم ترد الى البصر اذا لم يكن حائل كثيف فظن ان كل ما يحصل عنده فى مثل تلك الحال هو صورة واردة من الجسم الذى تحقق مقابلته واذا تحقق مقابلة المظلم وفتح اجفانه نحوه ولم تحصل عنده فى تلك الحال الا الصورة المسماة ظلمة وهى اشبه صورة بالسواد ظن ان تلك الصورة واردة اليه من ذلك الجسم وغلط وانما تلك الصورة كيفية الروح التى فى العصبة المشتركة اذا خلت عن صور الاضواء والالوان لانا اذا غمضنا اجفاننا وسترناها بكثيف وجدنا مثل ذلك ايضا واذا فرضناها صورة موجودة صح ان يتصور مزجتها بالضوء وفى هذا المقام بقية كلام يورد آخر المقالة ان شاء الله تعالى *

(قال) والمسمى ظلا هو ما كان محسوسا *

(اقول) يريد به الظل المحكوم بوجوده عرفا *

(قال) والظل يمتد ابدا على استقامة الضوء المنتهى الى المظل وذلك بين للمتأمل *

(اقول) وكذلك ينعكس وينعطف سواء والتجربة والقياس يحققانه *

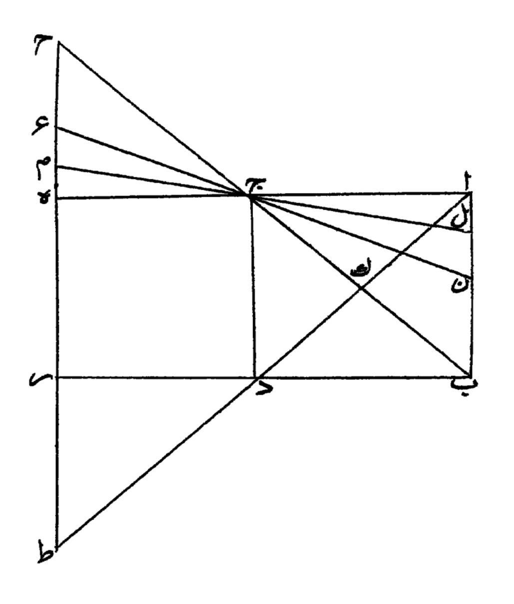
(قال وبعد ذلك نقول ـ ا) اذا اشرق ضوء على مضيء فانه تحدث من ورائه اظلال مختلفة فى القوة والضعف وتكون جملتها متصلة وممتدة على استقامة من وراء الجسم منخرطة الى الاتساع فلنفرض مضيئا وفى مقابلته كثيفا ونتوهم على سطح الكثيف نقطتين وعلى سطح المضيء نقطة ونخرج سطح ذلك المثلث فيقطع السطحين وليكن * ا ب * فصل المضيء و * ج د * فصل

القصد الاول

الكثيف ولتكن نقطتا * ا ج * في جهة واحدة ونصل * ا ج ب د * ونخرجهما
على استقامة فاما ان يتوازيا او يتلاقيا في جهة * ا ب * او الجهة الاخرى
ليتوازيا اولا ويعلم على * ا ج * بعد مجاوزته * ج * نقطة * ه * كيف اتفق ونخرج
من * ه * خطا يوازى * ج د * وليقطع * ب د * على * ز * ونخرجه في
جهتى * ه ر * الى * ح ط * ونصل * ب ج * ونخرجه على استقامة حتى
يلقى * ح ط * وليكن على * ح * ونصل * ا د * ونخرجه حتى يلقى * ح ط *
ايضا وليكن على * ط * فهما يتقاطعان فيما بين * ا ب * ج د * وليكن على * ك
وليكن * ا ل * جزءا يسيرا من المضيء يصح ان يشرق منه ضوء ونصل
ل ج * ونخرجه فهو يلقى * ه ح * وليكن على * م * فكل نقطة من خط * ال *
اذا اخرج منها خط الى نقطة * ج * و اخرج قطع * ه م * فالاضواء
الممتدة من جميع نقاط * ال * المماسة * لج * تنتهي الى * ه م * فخط * ه م *
مستضيء بضوء جزء * ا ل * والخطوط الخارجة من جميع نقاط * ل ب *
الى جميع نقاط * ه م * تنقطع جميعا بخط * ج د * فخط * ه م * مستظل
عن ضوء جزء * ل ب * فه م * ظل وضوء واذا كان * ا ل * اصغر من
ل ب * بكثير كان الظل الذى في * ه م * اكثر من الضوء وايضا فانفصل
ل ن * مثل * ا ل * ونصل * ن ج * ونخرجه الى ان يلقى * م ح * على
ع * فتكون الاضواء التى تخرج من جزء * ل ن * مماسة * لج * تنتهي الى
م ع * وكذا اضواء * ا ل * تنتهي اليه ولا تنقطع * بج د * ولا يصل اليه
شيء من اضواء * ن ب * فخط * م ع * مستضيء بجزئى * ا ل * ل ن *
مستظل عن * ن ب * ففي * م ع * ظل وضوء واذا كان جزء * ا ل * ل ن *
اصغر من * ن ب * كان الظل الذى في * م ع * اكثر من ضوئه وضوؤه

 اكثر

الشكل ٢٠٣



اكثر من ضوء * ه م * وكذا يتبين فى سائر اجزاء * م ح * فيتبين ان فى * ه
ح * ظلا متصلا ومختلفا فيما يلى * ه * اقوى وفيما يلى * ح * اضعف وفيه
ضوء ايضا متصل ومختلف فيما يلى * ه * اضعف وفيما يلى * ح * اقوى
وكذلك يتبين الحال فى * ر ط * فاما * ه ر * ففيه ظل صرف لان جميع
الخطوط الخارجة من نقاط * ا ب * الى نقاط * ه ر * تنقطع بخط * ج د *
وكذلك حكم كل خط يخرج موازيا * لج د * فيما بين * ج د * ح ط *
او من وراء * ح ط * وكذلك الحكم اذا قطع سطحى المضئ و الكثيف
سطح آخر غير الذى احدث فصلى * ا ب * ج د *

﴿ الشكل ٢٠٢ ﴾

﴿ الحاصل ﴾

فقد تبين ان ظل جسم * ج د * عن جسم * ا ب * منخرط فى الاتساع
ويتوسطه ظل محض يحيط به ظل ممازج الضوء والذى يلى منه الظل
المحض اكثف ظلا والذى يتطرف عنه ارق وذلك ما اردناه *
(اقول) فان كان * ج د * قطر ثقب فى كثيف كالحائط ووقع الضوء
النافذ فيه على سطح مقابل للثقب حدث عليه ضوء قطره * ح ط *
يتوسطه ضوء محض قطره * ه ر * ويحيط به ضوء ممازج للظل والذى
يلى منه * ه ر * اقوى ضوءاً اوارق ظلا ويضعف الضوء ويتقوى الظل
الى الحاشية حتى ينتهى الى الظل المحض والبيان بمثل مامر *
(قال) وان كان * ا ج * يلاقى * ب د * فان كان التقاؤهما فى جهة
ا ب * كما على * ل * فالحكم والبيان كما مر وان كان التقاؤهما فى جهة
* ج د * فليكن على * ه * ونجيز على * ه * خط * ر ح * يوازى * ج

د * ونصل * ب ج * ا د * ونخرجهما حتى يلقيا خط * ر ه ح * على * د ح * فيتقاطعان فيما بين * ا ب ج د * وليكن على * ط * فتبين كما مر ان في * ه ر * اظلالا مختلفة واضواء مختلفة وما يلى * ه * اكثف ظلا وما يلى * ر * اقوى ضوءاً وكذلك فى * ه ح * وكذا حال كل خط يخرج فيما بين * ج د * ر ح * فاما مثلث * ج د ه * فهو ظل محض وهذا الظل فقط هو الذى استعمله اصحاب الاظلال لم يتعدوه *

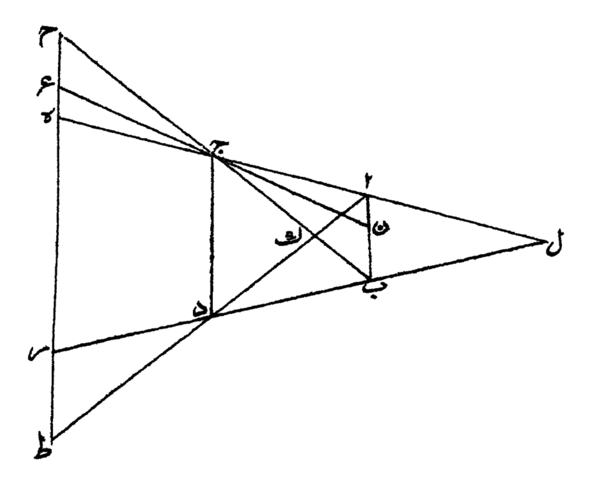
﴿ الشكل ـ ٣ ﴾

المقصد الثانى

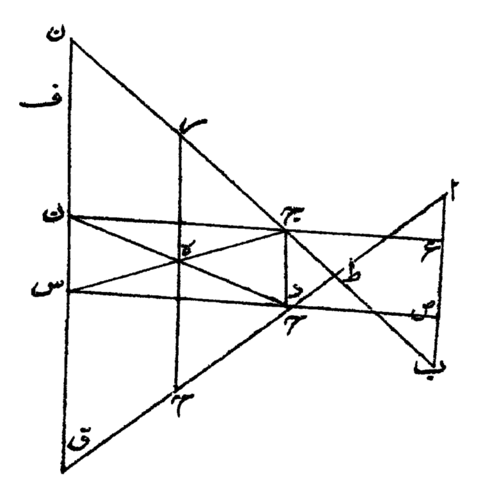
﴿ ب ﴾ ثم انا نخرج من وراء * ر ح * خط * ف ق * موازيا له ونخرج ا ه * ب ه * حتى يلقاه على * س ن * ونصل * ن ج * س د * ونخرجهما الى ان يلقيا * ا ب * على نقطتى * ع ص * فلان خط * ف س * فيما بين خطى * ج ه س * ج ر ف * يكون ظل * ف س * مترتبا ترتيبه فى * ر ه * كما مر فى الشكلين الاان ها هنا تنتهى اضواء * ا ع * المماسة * لج * الى س ن * وكذلك اضواء * ص ب * المماسة * لد * فخط * ف س * يستضىء بضوء جزئى * ا ع * ص ب * وتكون بقيتا خط * ف ق * على حالهما فى ترتيب الظل ولا تستضىء كل نقطة من * ن س * من كل من نقاط * ا ع ولا * ص ب * لان * ن س * هو فيما بين * ج ن * ج س * والجزء الذى يلى * س * الذى هو اصغر جزء يصح ان يظهر عليه الضوء انما يستضىء بالجزء الذى يلى * ا * الذى هو اصغر جزء يصح ان يشرق منه الضوء ويستضىء الجزء الثانى من * ق س * بجزأين من * ا ع * والثالث بثلثة اجزاء وهكذا الى ان ينتهى الى * ن * بجميع الاجزاء التى يستضىء بها ن س * هو * ا ع * على النحو المذكور وكذا حكم استضاءة * س ن * بجزء

ب

الشكل ٢٠٤



الشكل ٢٠٥



ب ص * ثم ان خطى * ن ج ع * س د ص * اما ان يتوازيا اولا فان
توازيا فان * ع ص * لا يصل منه ضوء الى * ن ص * كما فى الصورة الاولى
وكذا ان تلاقيا فى جهة * ن س * وقد تبين تدريج استضاءة * س ن * من
جزئى * ا ع * ب ص * فاذا كان * ا ع * ب ص * متساويين كان الظل
الذى فى * س ن * متساويا متشابها وكذا ضوؤه لان عدة اجزاء * ا ع
التى يصح ان يمتد منها الضوء كعدة اجزاء * ب ص * فاذا كان اجزاء
ا ع * عشرة مثلا كان فى الجزء الذى يلى * ن * عشرة اجزاء من الضوء
الخارج من * ا ع * و فى الجزء الذى يليه تسعة وهكذا الى * س * فيكون
للجزء الذى يلى * س * واحد وكذا يكون فى الجزء الذى يلى * ن * ضوء
واحد من اضواء * ب ص * وفى الذى يليه جزآن وهكذا الى * س *
فيكون فى الجزء الذى يليه عشرة فيكون عدد الاضواء فى جميع نقاط * ن
س * على السواء فيلزم من ذلك تشابه الضوء فى اجزاء * ن س * ويلزمه
تشابه الظل وكذا لو كان * ا ع * ب ص * مختلفين يسيرا *

الشكل - ٢٢٥

الحاصل

فالظل الذى فى * ن س * يكون فى الاكثر متشابها والذى فى كل واحد
من خطى * ن ف * س ق * مختلفا ومتدرجا وان تلاقى خطا * ن ج ع *
س د ص * فى جهة * ا ب * فان كان من وراء * ا ب * فالحكم كما مر وان
كان على نفس * ا ب * فصارت نقطتا * ع ص * نقطة واحدة ويكون
قسما خط * ا ب * اللذان عن جنبى نقطة الالتقاء * كا ع * ب ص *
الا ان جميع اضواء * ا ب * تنتهى حينئذ الى * ن س * وباقى الاحكام

بحاله وان كان التلاقى دون * ا ب * كما فى الصورة الثانية فالامر كذلك اعنى ان * ن س * يستضىء بضوئى * ا ع * ب ص * على تدريج وكذا يستظل عنهما الا ان خط * ص ع * يكون مشتركا بين القسمين اللذين يستضيء بهما خط * ن س * فن س * فى اكثر الاحوال ظل متشابه وضوء متشابه ويكتنفه ظل يرق الى الحاشية وجميع هـذا الظل منخرط الى الاتساع *

حاصل مامر

(فالظل) الذى من وراء * ج د * يكون مختلفا ومنخرطا الى الا تساع ومايلى جسم * ج د * منه ظل محض وكلما بعد عن * ج د * صار عن جنبيه ظل تمازجه اضواء وهو متدرج ومايلى الوسط منه اقوى ممايلى الحاشية والظل المحض كلما تباعد استدق حتى ينتهى عند نقطة ثم ماوراء ذلك لا يكون الظل الا ممازجا للضوء ووسطه فى اكثر الا حوال متشابها والذى عن جنبيه متدرجا * (الشكل - ٢٠٧)

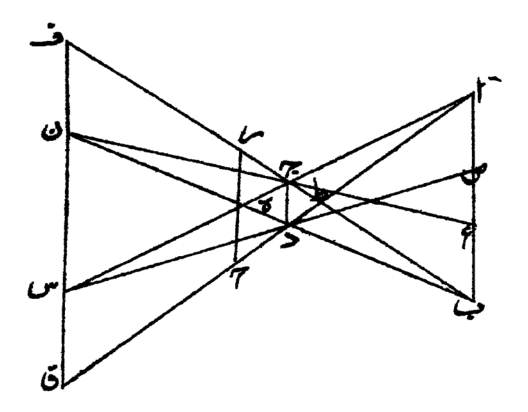
(اقول) و يتبين من ذلك ان * ج د * ان كان قطر ثقب كان * س ن * ضوءاً متشابها ممازجا للظل ثم يضعف عن جنبيه الى ان يحصل الظل المحض *

(قال) فيلزم من جميع ذلك ان يكون من وراء جسم * ج د * ظل مجسم منخرط الى الاتساع يحيط به سطح محيط بنهاية سطح * ج د * المواجه لجسم * ا ب *

(وجه آخر) ان توهمنا خطا يخرج من * ط * الى وسط جسم * ا ب * وتوهمنا هذا الخط ثابتا ومثلث * ا ط ب * دائرا حول جسم * ا ب * وتحرينا ان يكون خطا * ط ج * ط د * دائرين معه حول جسم * ج د *

فانه

الشكل ٢٠٦



فانه يحدث من وراء جسم * ج د * مجسم مصمت رأسه * ط * وهو ظل منخرط الى الاتساع ويكون ما يلى * ج د * منه ظلا محضا ويحيط به ظل متدرج يمازجه ضوء متدرج ويكون الظل المحض اسطوانيا ان كان المضيء مثل المظل ومنخرطا الى الاتساع ان كان اصغر ومنخرطا الى الحدة ان كان اعظم والظل المشوب يكون ابدا منخرطا الى الاتساع وهذا المعنى لازم على اى شكل فرض المضيء والكثيف *

تنبيه

(واذاً) فاذا قطع هذا الظل المشوب سطح جسم كثيف فان الظل الذى يظهر عليه يكون مختلفا وحواشيه متدرجة سواء كان السطح قائما على سطح المخروط اولا فان كان قائما كان الظل الظاهر عليه اضيق مما اذا كان مائلا وان كان المضيء مساويا للكثيف او اصغر ظهر على السطح القاطع الظل المحض وكذا ان كان المضيء اعظم والسطح يقطع الظل المخروط (١) الى الحدة واذاً فكلما كان السطح ابعد كان الذى يظهر عليه من الظل المحض اضيق واصغر *

(اقول) ولا يخفى ان السطح ان كان مستويا وقائما على سهم مخروط الظل والمخروط قائم مستدير فان شكل الظل الحادث يكون دائرة وان كان مائلا فيكون قطعا من القطوع امامتكافئا اوناقصا اوزائداً وان كان كريا فتارة يكون سطح قطعة وتارة غيرها وان كان غير ذلك فعلى اشكال مختلفة وهيئات متعينة (٢) وكذا ان كان الجسم الكثيف طولانيا كالقضبان والجبال (٣) الممدودة مستقيما فانه اذا قطع ظلها سطح مستو ظهر عليه مستقيما وان كان

---

(١) ن - المنخرط * (٢) ن - متفننة * (٣) كذا والظاهر - الحبال *

كريافلا يظهر مستقيما بل تارة مستديراً واخرى على هيئة اخرى وايضا فقد يتعد داعنى انه ينقسم الى اجزاء بعدة السطوح القاطعة فاذا قطعه سطحان متقاطعان حدث فيه تقاطع وادرك اثنين وعلى ذلك تقاس هيئات الاضواء الداخلة من النقوب اذا كان الثقب على شكل الجسم المظل وكل ذلك يتحققه الموفق بادنى تأمل *

قال الاعتبار

يعتمد المعتبر سراجا ذافتيلة غليظة و يجعله فى بيت لا يدخله ضوء اصلاولا ريح على مسرجة مرتفعة عن الارض ولنكن حيطانه ترابية اللون غير ساطعة البياض فان البياض يخفي الظل الرقيق ثم يعتمد عودا دقيقا كالخلالة ويقابل به السراج وليكن بعد السراج عن الحائط نحو ذراعين اواقل ويعد العود فيما بين السراج والحائط معرضا كالمقاطع للنار وينظر الى ما يظهر على الحائط من ظل العود فانه يجد ظلا عريضا اعرض بكثير من العود ثم ليقدم العود الى السراج فانه يتسع عرض الظل واذا ابعده عنه الى الحائط ضاق العرض واذا تأمل حواشى الظل وجدها رقيقة والوسط مظلما وكلما بعد من الوسط كان ارق واذا كان العود دقيقا والذبالة طويلة فيكون طول الذبالة اعظم بكثير من عرض العود فاذا توهمنا خطين مستقيمين يخرجان من طرفى الذبالة اعلاها واصلها الى جنبتي العود اعنى ان يخرج من اعلى الذبالة الى اعلى جنبتي العود و من اصلها الى اسفلها فهما يلتقيان بالقرب من العود فلو كان الظل هو الذي يحده الخطان لكان ظل العود ينقطع بالقرب منه وخاصة اذا قرب العود من الذبالة فلا يبلغ ذلك الظل الى الحائط ولو بلغ لكان اضيق عرضا من العود واذا كان يظهر على الحائط وهو اعرض من العود

فالظل

فالظل انما هو المنخرط الى الاتساع وان اعتبر الظل بعود يساوي عرضه طول الذبالة وجد منخرطا ايضا الى الاتساع ويظهر ذلك اذا بوعد السراج من الحائط وكذا ان اعتبر بعود اعظم عرضا من طول الذبالة ويمكن اعتبار ذلك بضوء الشمس ايضا الا ان ضوء الشمس لما كان قويا جدا فاليسير منه كثير فاظلال الاجسام الكثيفة تكون حواشيها التي هي اظلال رقاق خفية عن الحس ومع ذلك فان اراد المعتبر ان يعتبر ذلك بضوء الشمس فيعتمد العود ويقابل به جرم الشمس اذا اشرقت على وجه الارض وليتحر موضعا من الارض ترابي اللون ويعد العود معترضا قبلة الشمس فانه يجد ظل العود على وجه الارض اعرض من العود وكلما رفع العود وبعده عن الارض ازداد الظل عرضا ورقة ولا يظهر سعة الظل الا اذا كان العود بعيدا عن موضع ظله فامارقة هذا الظل فانا سنذكر علتها من بعد وان اعتبر الامر بعود مقتدر العرض فينبغي ان يباعد عن موضع الظل بعدا كثيرا حتى يظهر المطلوب سواء اعتبر بضوء الشمس او السراج الا ان الاعتبار بالدقيق اولى وان يعتمد المعتبر ان يقع ظل العود عن ضوء الشمس على حائط قائم على وجه الارض وجد الظل اوسع مما كان يجده على وجه الارض اذا كان بعد العود عن الحائط مثل بعده الذي كان عن وجه الارض وذلك لان ميل مخروط الظل المذكور على سطح الحائط يكون اكثر من ميله على سطح الارض فيكون الفصل بين مخروط الظل وبين السطح القاطع اوسع *

الحاصل

فقد ظهر ان الاجسام الكثيفة المقابلة للشمس تخرط اظلالا لها المستوية الى الاتساع وكلما تباعدت عن الاجسام ازدادت سعة لان الشمس

اعظم من كل جسم كثيف ارضى عظما متفاوتا *

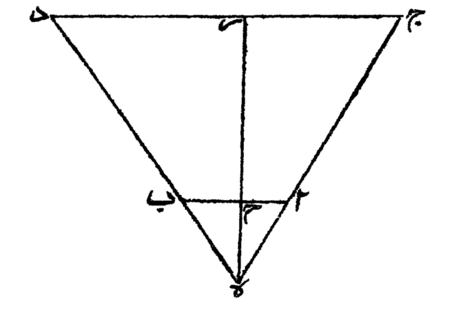
(برهان آخر) وايضا فان بطلميوس قد بين فى المجسطى ان بعد الشمس عن مركز الارض (١٢١٥) مرات مثل نصف قطر الارض فالظل المحض للعود ينقطع بالقرب منه وليكن عرض العود * ا ب * و قطر الشمس الذى يوازى * ا ب * ج د * ونصل * ج ا * د ب * وننفذهما فيلقيان * د * وليكن على * ه * وليكن مركز الشمس * ز * ونصل * ز ه * فهو يقطع ا ب * وليكن على * ح * فنسبة * ه ح * الى * ا ب * كنسبة * ه ز * الى ج د * ونقطة * ه * اقرب الى مركز الشمس من مركز الارض عند اعتبارنا على وجه الارض * فه ر * اقل من (١٢١٥) مرات مثل نصف قطر الارض فيكون * ر ه * اقل من (١٢١٥) بالمقدار الذى * ر ح * د ا (١) * وهذه النسبة نسبة (١١٥) الى واحد فنسبة * ه ر * الى * ح د * اعنى * ه ح * الى * ا ب * اقل من نسبة (١١٥) الى واحد ولان * ا ب * عرض العود الدقيق فهو شعيرة تقريبا فيكون * ه ح * اقل من (١١٥) شعيرة * فه ح * اقل من ذراع لان الذراع (١٤٤) شعيرة فاذا كان بعد العود عن موضع الظل ذراعين او اكثر فان موضع الظل خارج عن نقطة * ه * التى هى رأس مخروط الظل المحض فلو كان اظلال الاجسام الكثيفة المقابلة للشمس هى المنخرطة الى الحدة فقط لما وجد للعود الدقيق ظل على وجه الارض اذا كان بعده عن الارض اكثر من ذراع و احد واذا كان كذلك فظل الارض المشوب منخرط الى الاتساع وظلها المحض فى وسط المشوب وما قرب منه من المشوب اكثف مما بعد * ﴿ الشكل - ٢٠٧ ﴾

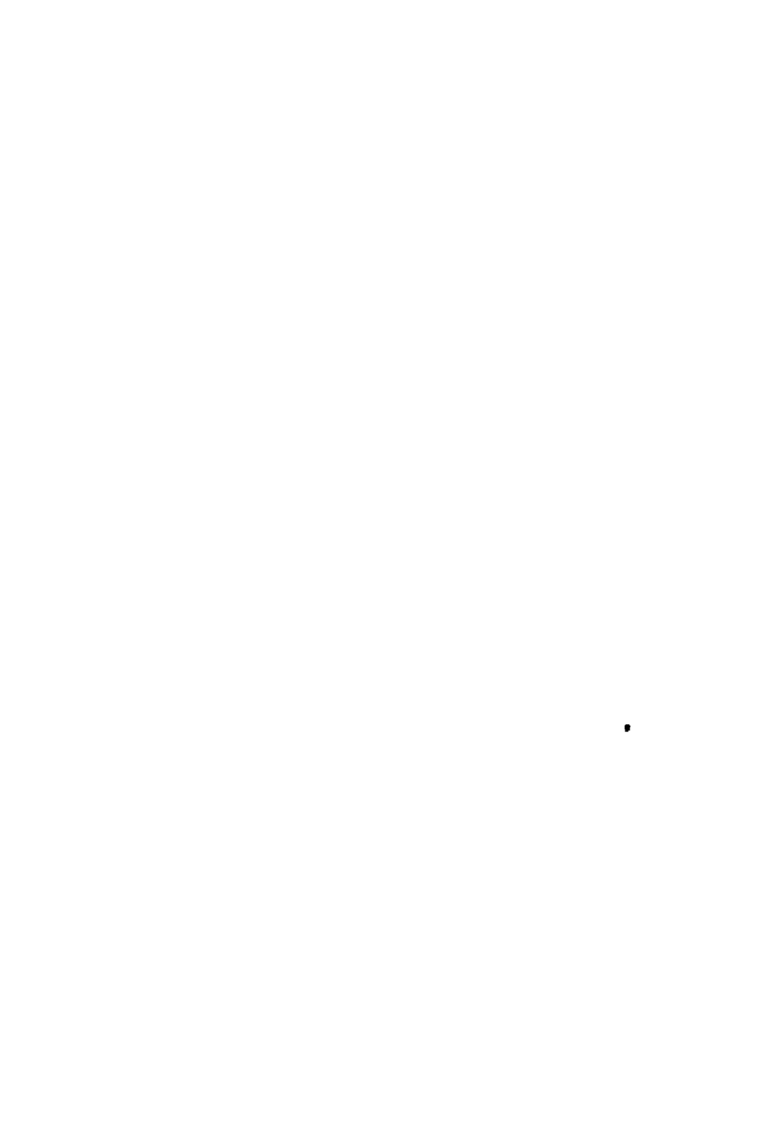
(ج) واذا تباعد الظل المنخرط الى الاتساع رق وضعف اذا كان المضىء

الفصل الثالث

(١) كذا - ولعله - ١١٥ - ح *

الشكل ٢٠٧





اعظم من المظل فليكن الضيء * ا ب * والمظل * ح د * و* ا ب * اعظم
وليكن * ا ب * ج د * فى سطح واحد و نصل * اح ب د * ونخرجهما
وليلتقيا على * ه * ونخرجهما من وراء * ه * ونجيز عليهما خطين موازيين
لج د * هما * ر ح ط ك * لم ن ع * وليكن * م ن * ابعد عن * ج د *
من * ح ط * و نصل * ح ج م ج * وننفذهما حتى يقطعا * ا ب * على
ف س * وكذا نصل * ط د * ن د * و نخرجهما الى * ق ص * وقد تبين
ان * ح ط * يستضىء بضوئى * ا ف ب ق * ويستظل عن * ف ب ق ا *
وكذا * م ن * يستضىء بضوئى * اس ب ص * ويستظل عن * س ب ص ا *
وخطا * اس ب ص * اعظم من * ا ف * ب ق * و* س ب * ص ا *
اصغر من * ف ب * ق ا * فالضوء المشرق على * م ن * اكثر من المشرق
على * ح ط * فظل * م ن * ارق من ظل * ح ط *

الفصل الرابع

(د) فاما ظل * ح ر * فليس يدرك الحس جميعه خصوصا فى ضوء الشمس.
لان الجزء الذى يلى * ر * يشرق عليه ضوء كثير و يستظل عن جزء يسير
فلا يظهر الظل الذى فيه فلا يظهر من ظل * ح ر * الا بعضه وهو الذي
يلى * ح * وكذا لا يظهر من ظل * م ل * الا البعض الذي يلى * م *

الفصل الخامس

(ه) وليكن القد ر الذى يظهر عليه الظل من * ح ر * هو * ح و *
(فاقول) ان الجزء من * م ل * الذى نسبته الى * م ن * كنسبة * و ح *
الى * ح ط * يكون ظله ارق من ظل * و ح * ونصل * ه *(١) ونخرجه حتى
يلقى * م ل * على * ى * فنسبة * ى م * الى * م ن * كنسبة * و ح * الى
* ح ط * ونصل * و ح * ى ح * وننفذهما حتى يلقيا * ا ب * على * س
ر * فلان * ر * ابعد عن * ا * من * س * يكون * ا ر * اعظم من

(١) فى الاصول ☆ ه د ـ ك ☆

* ا س * و * ر ب * اصغر من * س ب * و * م ى * يستضيء بضوء * ا ر * ويستظل عن * ر ب * وح * ويستضيء بضوء * ا س * ويستظل عن * س ب * فالضوء المشرق على * م ى * اكثر من المشرق على * ح و * فظل * م ى * ارق من * ح و * و يكن * ن ح * مثل * م ى * و * ط ت * مثل * ح و * فيكون ظل * ن خ * شبيها بظل * م ى * و ظل * ط ت * شبيها بظل * ح و * فهذا الظل كلما بعد عن المظل كان ارق اذا كان السطح الذى عليه يظهر الظل ابعد عن المظل من رأس مخروط الظل المحض وذلك ما اردناه * ﴿ الشكل - ٢٠٩ ﴾

الفصل السادس

(و) ونعيد الصورة ونعلم على * ج * نقطة * ر * كيفما اتفقت و نجيز عليها خط * ح ر * ط ك * موازيا * لج د * وليكن * ا ن * اصغر جزء يصح ان يشرق منه الضوء ونصل * ن ج * ونخرجه الى ان يلقى * ح ر * على * م * فلا يشرق على * م ر * ضوء الا من * ا ن * الذى هو فى غاية الصغر ويكون مستظلا عن * ن ب * واذا كان جسم * ا ب * هو الشمس فلا يكون * لا ن * نسبة محسوسة عند * ن ب * فليس يظهر الضوء الذى فى * م ن * فيظهر فيه ظل محض وكذلك يلزم فى الجزء الذى يلى * م ر * م ح * (١) وكذلك الى ان ينتهى الى جزء يشرق عليه الضوء من جزء محسوس النسبة الى بقية جرم الشمس فعند ذلك يجوز ان يظهر الضوء عند ذلك الجزء * ﴿ الشكل ٢١٠ ﴾

﴿ الحاصل ﴾

فمخروط الظل المحض يحيط به على تصاريف الاحوال ظل قوى يظهر للحس وينعدم بعد انعدام المحض على كل جسم كثيف يصادف ذلك الظل

وذلك

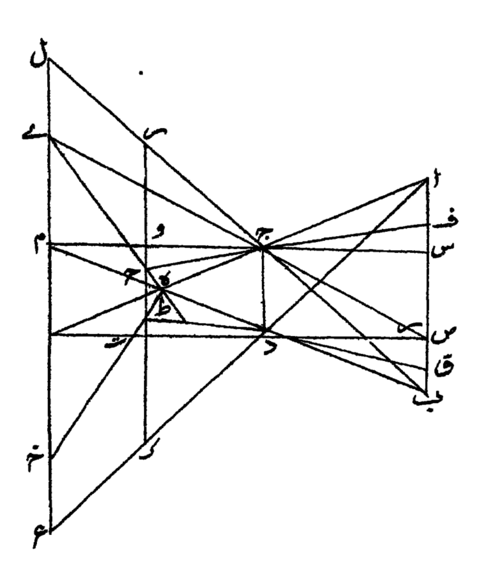
(١) ن — الذى يلزم * رن * م ح *



الشكل الف ٢٠٨

هذه الصورة الصحيحة على حسب عبارات المؤلف. ك

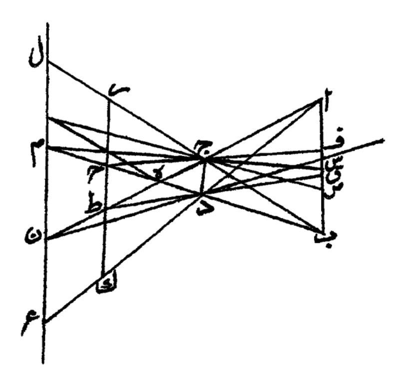
في الاصل بياض هنا - ص



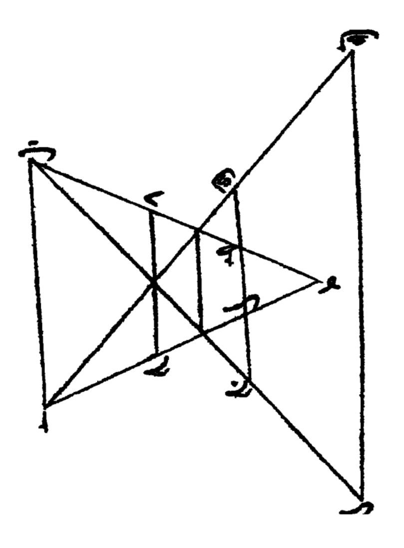
الشكل ب٢٠٨

هذه صورة صحيحة من هذا الشكل في النسخة الليدنية الا انها ناقصة

الاعلام اللازمة - ك



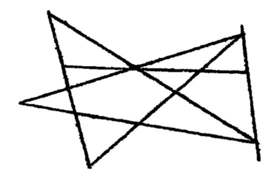
الشكل ٢ الف ٢٠٩



الشكل ب ٢٠٩

هذه صورة الشكل في الميدنية

بلا عبارات ـ ك



وذلك ما اردناه فيلزم فى ظل الارض ان يحيط بظلها المحض ظل قوي يظهر للحس متى صادف كثيفا *

تنبيه

ثم نقول ان خسوف القمر لا يكون بالظل المنخرط الى الحدة فقط بل ربما(١) يحيط به من الظل المتسع ويلزم ايضا ان يكون بعض الظل الذى يقطعه جرم القمر رقيقا بما زجه ضوء والوجود ايضا يشهد به لان المتبر اذا تأمل جرم القمر وقت انخساف بعضه فانه يجد بعضه اسود شديد السواد ويجد حاشية السواد التى تلى الجزء الباقى من القمر ارق واقل سوادا ويجد السواد يرق على تدريج واذا انعم التأمل ثم كان الذى بقى من القمر جزءا يسيرا فانه يجده منكسر اللون غير قوى الضوء وفيما يظهر له دليل واضح على ان ظل الارض منخرط الى الاتساع وان ما قرب من الظل المحض اقوى مما بعد وان جزء القمر الشديد السواد حالة الخسوف هو الذى فى داخل المخروط المستدق والرقيق السواد هو الذى فى المخروط المتسع *

(اقول) وقد شاهدنا خسوفا تاما وكان زمان مكثه اكثر من ساعة مستوية وكان بقرب العقدة (٢) وسط الليل ولون وسط الخسوف نحاسيا لم ينته الى السواد وقبل ذلك وبعده كانت النحاسية ارق على التدريج وبين ان مثل ذلك لا يكون بالظل المحض بل بالمشوب *

(فان) قيل هذا يناقض ما ثبت فى الهيئة ان رأس مخروط ظل الارض هو فى تضاعيف فلك الزهرة والمشوب المتشابه لا يكون الا وراء الظل المحض *

(قلنا) الذى ثبت فى الهيئة هو ان الاشعة التى يلتئم منها سطح المخروط

---

(١) كذا والظاهر — وبما — ح * (٢) ن — قليل الارض *

لو فرضت ذاهبة على الاستقامة لكان كذا لكنك تحققت ان اشعة الشمس اذا وردت الى كرة العناصر انعطفت فيها واذا خرجت منها انعطفت ثانية ونقصت مخروطات المبادى وانتقصت اطوالها على ما مر فى الكرة المحرقة فلابد حينئذ ان يتقاصر طول مخروط ظل الارض اذا جاوز مقعر الفلك حتى يكون رأسه فيما دون ابعد بعد القمر وعند حدود اوجه نخسف القمر احيانا فى ابعاده البعيدة عند حدود الذروة بالمشوب المتشابه حيث يمر فوق مخروط ظل الارض المحض وسيعلم ان لا شعة الشمس انعطافات كثيرة فى كرة العناصر ايضا فلا تناقض بين ما ذكرنا وما ذكر فى الهيئة *

(قال) فقد اتينا على تبين كيفية جميع اظلال الاجسام الكثيفة و ذلك ما قصدناه *

(اقول) واذ قد تبين هيئة ظل الارض وهى انه مخروط مستدق قاعدته الدائرة التى هى الفصل بين جزئيها المستضىء والمستظل ورأسه وراء حدود ممرات القمر من منطقة البروج وهو ظل محض متشابه ويحيط به مخروط آخر متسع على تلك القاعدة وهو ظل مشوب بالضوء واجزاؤه الطولية مختلفة الرقة فما بعد من القاعدة ارق مما قرب وكذلك اجزاؤه العرضية مختلفة الرقة فما قرب من الوسط اقوى ظلا مما بعد وهى تنقسم طولا الى ثلث طبقات طبقة تلى مخروط الظل المستدق و تظهر للبصر كالظل المحض وكلما بعد زاد عرضا وينعدم بعد انعدام المحض وطبقة مما يلى الضوء وتظهر للبصر كالضوء المحض وكلما بعد زاد عرضا وطبقة متوسطة هو الظل المشوب المحسوس فليعلم ان الهواء الذى يلى الارض فيه كثافة ما وبحسب ذلك يثبت فيه ضوء الشمس والكواكب والنيران كما تبين فى مقالة الضوء ففيه لون ما وتخالطه اجزاء

هبائية

هبائية ارضية كالغبار واجزاء مائية مشفة كالبخار ويكثر ذلك تارة ويقل اخرى فاما الطبقة المجاورة للنير ففي اكثر الاوقات لاتخلو عن الغبار ولونها الى الحمرة ماهو كلون التربة وهو يقل ويكثر والطبقة التي فوقها لاتخلو عن اجزاء تقرب الى البياض لصفائها و شفيفها وانعطافات الاضواء فيها وانعكاساتها عنها وهي ايضا تكثر وتقل وهما معا كرة النسيم والهواء الذى وراء هذه الكرة ليس فيه كثافة اصلا فلا يظهر فيه الضوء البتة والشعاع اذا امتدفي مشف متلون استصحب لونه الى حيث انتهى فكرة الغبار ذات ظل متلون بلونها و ظلها المستدق يخالطه حمرة ظاهرة لانه يكون بمنزلة اظلال اجزائها المشوبة المتكاثفة تحيط بمخروط ظل الارض المستدق و حواشي مخروط ظل الارض المحض تستضيء بالضوء العرضي الصادر اليها من ضوء الشمس المحيط به اعني ظل كرة الغبار ويكون متدرجا من حمرة ما الى بياض ما فمخروط الظل المستدق ينقسم قسمين ظل لايشوبه شيء من الاضواء العرضية و ظل مشوب بها و الاجزاء الطولية من المشوب القريبة من القاعدة اشد ضوءاً من البعيدة لمكان قوة ضوء الشمس بالقرب من القاعدة للقرب من جرم الشمس كما يتبين بعد في مقالة صورة الكسوف وايضا لزيادة كثافة في الهواء القريب من الارض وكذلك الاجزاء العرضية القريبة من سطح المخروط اشد ضوءاً من البعيد فكلما زاد امتدادا ازداد عرضا ورقة فاجزاؤه التي تلي الظل المحض فيها يسير بياض ويتدرج نحو السطح الى صفرة ثم الى حمرة ويحيط بمخروط ظل كرة الغبار ثم مخروط ظل كرة النسيم المستدقين ولان الارض يحيط بها طبقتا الهواء الكثيفتان فلن يخلص ضوء الشمس الى وجه الارض اصلا

والواصل انما هو ظل كرتى النسيم والغبار لامتداده فيهما الى وجه الارض وسموت امتداده فيهما مختلفة المقادير فان مقدار الشعاع الذى يمتد فيهما وهو عمود على سطح الارض اقل مما يليه ويتزايد الى ان ينتهى الى الاشعة المماسة للارض والتى تتلوها وهي اعظم الامتدادات ثم يتناقص الى ان يماس كرة النسيم فيخاص الضوء عن شوب الظل فاضواء الشمس على وجه الارض تختلف وكذلك عند الابصار فاذا مالت(١) مخروط الظل على وجه الارض آخر الليل فاول ما يبدو للبصر الضوء العرضى المحيط بطرف العمود الخارج من البصر الى سطح مخروط الظل ثم يمتد طولا ويستدق اعلاه وتستعرض قاعدته ويكون ما يلى الافق مظلما بسببين احدهما بعده عن البصر كما ذكر فى الهيئة والثانى وهو السبب الاقوى ان الهواء الذى عند الافق اغلظ واكثف فالضوء من ورائه لا يتبين الى ان يتقوى فيظهر ذاعرض يسير ثم يزداد العرض وبعد ذلك تظهر الصفرة ثم الحمرة ثم يطلع جرم الشمس ويكون ضوءها الى الحمرة ماهو فاذا وقع على جسم نقى اللون من السحاب والجبال والجدران ظهرت عليه الحمرة وبقدر مايرتفع يقل ويرق ظل الطبقتين الى ان يتوسط السماء وذلك اصفى مايكون من ضوئها وعند ذلك اذا كان الهواء صافيا فانه لا يظهر من الهواء لون للبصر سوى البياض الرقيق الذى هو ظل كرة النسيم والحمرة الرقيقة التى هى ظل كرة الغبار والضوء الضعيف جدا اشبه بالظلمة فلذلك ترى منه زرقة كما فى اصول الذبالة ولا حاجة الى القول باختلاط صورة ذلك الضوء بالظلمة التى فى العصبة المشتركة كما قيل بل لا يصح وذلك ان كيفية الحاسة لا يجوز ان تغير كيفية المحسوس بل الواجب ان تكون مجردة عن متقابلات جنس الكيفية

(١) كذا ☆

المحسوسة حتى تدرك محسوساتها صحيحا كما فى الرطوبات العذبة للذائقة ونحوها *

(ويمكن) ان يقال ان الزرقة لون موجود فى الهواء وتشرق على مايقابلها ايضا وتظهر عليه *

الاعتبار

(يدخل) المعتبر بيتا مظلما فى سطحه ثقب مقتدر السعة قريب من موضع المعتبر وقد اشرقت الشمس عليه فيعتمد ثوبا احمر اللون حمرة مشرقة فيشد طرفه فى موضع من السطح و يعلقه فى الثقب مقابل الشمس حتى يظهر ضوء الشمس النافذ فى الثقب على الثوب وينقطع عن الارض ثم يقابل الثقب والثوب بجسم ابيض ويمد بين الجسم والضوء المذكور عودا مقتدر الغلظ ويقربه جدا من الجسم فانه يرى ظلا للعمود على الجسم ثم اذا ابعده قليلا عظم عرض الظل وانقسم طولا الى ثلثة اجزاء فالجزء الذى يلى الثقب زرقة كزرقة الهواء والجزء الذى يلى ضوء الثوب حمرة كحمرة الثوب والوسط ظل محض ثم يزيد عرض الجزئين ويقل عرض الوسط بحسب مايزداد بعدا عن الجسم حتى يفنى الظل المتوسط ويبقى ظلان متجاوران فالذى يلى الثوب ظل احمر والآخر ظل ازرق ثم ينفصلان ويصير مابينهما ضوء شبيه بما يحيط بهما وكذلك يزداد ازرقة الى ان يضمحلا فيتبين من ذلك ان اللون الموجود فى سطح الجسم هو الممتزج من زرقة الهواء وحمرة الثوب و الظل الاحمر هو الحادث من الهواء لان زرقته تنعدم فتظهر فى موضع الظل الحمرة ناصعة والظل الازرق هو الحادث من الثوب كذلك ويشهد لماذكر فى سبب زرقة الهواء ان الضوء اذا دخل من ثقب ضيق

فى بيت مظلم واستضاء به قطعة من الهباء الثائرة حدث فى ذلك القدر من الهواء زرقة ما وتضعف وتتقوى بحسب كثرتها وقلتها وكذلك يمكن ان يقال ان صورة الظلمة امر موجود كاللون ويرد الى ما يقابل المظلم ورود الضوء *

الاعتبار

(يتحرى) المعتبر ثقبا ضيقا يفضى الى بيت مظلم ويقابله موضع مظلم جدا فسيح الظلمة كغار عميق ويتحرى ان يكون حواليه جسم متلون بلون مشرق مقتدر السعة او اجسام كذلك ويكون الثقب غير بعيد منها ويقابل الثقب من داخل جسم نقى اللون على بعد معتدل من الثقب وقد اشرق الشمس على الاجسام المحتفة بموضع الظلمة ثم يتأمل فانه يرى على الجسم المقابل للثقب صورا مضيئة فى مقابلة الاجسام المضيئة وعلى الوان واشكال تشبه الوانها واشكالها وفى وسطها صورة مظلمة يشبه شكلها شكل السطح المظلم وتحرير هذا الاعتبار ودلالته على المطلوب بعد الكلام على صورة الكسوف الذى يتلو هذه المقالة وايضا فان الشمس اذا اشرقت على وجه الارض فى جزء صاف من الهواء واعترض قطعة عظيمة من السحاب مظلمة جدا بعيدة عن جرم الشمس قد احدث بربع الظاهر من الفلك اواكثر او قطع مظلمة متفرقة جملتها على ما ذكر فان ضوء الشمس على وجه الارض حينئذ يكون مشوبا بالظلمة كضوئها عند غلبة الكسوف عليها واذا كان جميع الهواء صافيا او السحاب الابيض اللون كان الضوء صافيا جدا فتبين من ذلك ان صورة الظلمة ترد وتمازج الضوء كصور الالوان ويمكن ان يجاب عن ذلك بان الصورة الظاهرة ليست موجودة واردة بل لما انتفى الضوء عن

الموضع المقابل للظلمة انتفى عن موضع صورة الجسم فى العصبة فبقى الموضع من العصبة على كيفية وهى الظلمة المدركة *

(فان قيل) ماذكر يقتضى ان يكون لون الاسود الحالك كالدخان الذى يجتمع من السرج فى الاجسام المنكبة عليها ايضا كذلك *

(قلنا) الاستلزام ممنوع والامكان ثابت *

فائدة فى سبب زرقة الهواء

زرقة الهواء اقوى من الالوان الترابية بل كثير من انواع الحمرة والخضرة وذلك لانك اذا نظرت فى ماء قليل السمك يظهر للبصر ما فى قراره وكان ملونا باحد المذكورة وخالط الماء ذلك اللون كمياه الربيع والآجام وكان ساكنا وسطحه فسيحا فانك اذا قربت منه ادركت لون الماء اوما فى قراره ولم تدرك زرقة الماء بالانعكاس فاذا اخذت تتباعد عنه اخذت تظهر قليلا واللون يخفى الى ان يصير البعد متفاوتا فتدرك الزرقة خالصة من غير شوب وليس ذلك الالان الزرقة اقوى لكن اذا كان اللون قريبا من المبدأ يقهرها فاذا بعد قهرته على فصل بعدها وانعكاسها وقد مرت لهذه النكتة عدة من النظائر وهذا مما يدل قطعا على ان الزرقة لون موجود *

(فان قيل) لم لا يكون ذلك لضعف الضوء واللون *

(قلنا) لانا ندرك حينئذ لون الجسم الذى يتصل بالماء من الجوانب ولونه لون الماء ولا يدرك من الماء الا لون السماء ثم لما كان مسافة امتداد الاشعة الى البصر من اجزاء كرة النسيم مختلفة مما يلى سمت الرأس منها اقصر ومما يلى الافق اعظم كانت الزرقة المدركة فيما يلى سمت الرأس اصفى واقرب الى الاظلام منها فيما يلى الافق فان كان فى الهواء اجسام

غليظة كالبخار والدخان واشرق الضوء عليها حدث بحسب مراتبها في الغلظ والرقة والصفاء والكدورة الوان كالوان السحب وغيرها *

(فان قيل) اذا كان زرقة الهواء حادثة من ضوء الشمس الاول وضوء الصباح والشفق من ضوئها الثاني فكيف يكسفها ضوء الصباح والشفق *

(قلنا) لان زرقة الهواء ارق لونا واصفى ضوءاً لصغر انعطاف اشعة الشمس لانا قد شاهدنا مرارا ضوء الشمس وقت الاصفرار على الجدران بعد وقوع الامطار وانقشاع السحاب فوجدناه متلونا بالونا ناصعا ورأينا بخلافه اذا لم يقع مطر يقضي الحدس بانه انما يكون لاحاطة البخار الغليظ بالافق وخلو الهواء عن الاجزاء الكدرة اما الاول فيقتضي انعطاف ضوء الشمس فيه الى وجه الارض فيوجب ضعفا وتلونا الى الحمرة كما نشاهد في حواشي المنعطفات لان ضوء الشمس اطراف النهار انما يرد على انعطاف عظيم مكرر كما تقرر واما الثاني فيقتضي قوة اللون وصفاءه ولعل الذي يرى في اوقات الغبار من اللون الكدر انما هو ذلك اللون الصافي قد كدره الغبار وانما وقع التعويل في امر الاصفرار على الغبار ظاهر الان ذلك اكثري والا فالتحقيق ما ذكرناه والله اعلم بالصواب *

الحاصل

فمخروط ظل الارض يتوسطه ظل لا يشوبه ضوء من اضواء الشمس ثم تحيط به طبقة مخروطية هي ظل يشوبه ضوء مع يسير بياض ثم طبقة اخرى يشوبها ضوء مع يسير صفرة ثم طبقة اخرى يشوبها يسير حمرة ثم طبقة اخرى هي ضوء الشمس الاول يشوبه ظل كرة الغبار مع حمرة اقوى ويظهر ذلك على صفحة القمر عند خسوفه والضوء بعد ذلك بعيد وضح النهار وان

كان

كان فيه اختلاف ايضا بحسب اختلاف ظلي كرتي النسيم والغبار ولاشك ان الوان جميع الطبقات ترد الى الاخرى فتمتزج ويكون الظاهر هو الغالب وهذه الالوان المذكورة في كرة النسيم لما كانت حدوثها من الشمس فهي تدور على كرة النسيم بدور ان الشمس فاذا وافت البصر رآها في الجهة التي تخصها وكذا اذا وقعت على كثيف رؤيت عليه *

لطيفة

الاظهر من اسباب ضعف ضوء الشمس في الشتاء انه لما كان انما يصل الى بقاعنا حينئذ منعطفاً كان يضعف بحسب الانعطاف ولذلك اضعف ما يكون الضوء في النهار ولبردها يكون ما للهواء عند طرفيه. والذي يقال من ان السبب هو كون الانعكاس اوائل النهار على زوايا منفرجة وفي اواسطه على حواد تكلف لا يحتاج اليه ولا يصح ايضا لان سطح الارض ليس بصقيل حتى يستقيم الظلام والاجزاء لانضمار الصقال لا يصح عنها الانعكاس على النحو المذكور فان كلا منها مرآة على شكل ووضع مخصوص ولا ينضبط الانعكاسات حتى يصح ماقيل فيه فهذا ماتقرر من امر كيفية ضوء الشمس في اجزاء الهواء والله اعلم *

وهم وتنبيه

القول بان سبب اشتداد الحرا واسط النهار وفي الصيف وضعفه اواخره وفي الشتاء انما هو تقارب الخطوط المنعكسة والمستقيمة وتباعدها لكون الزاوية بين خطي الاستقامة والانعكاس حادة تارة والى الانفراج اخرى وهم *
(قال صاحب الشفاء رحمه الله) والذي يقال من امر التفات الاشعة ورجوعها على زوايا حادة ومنفرجة اخرى فهو تشبيه لا حقيقة لها *

(اقول) فى بيانه ان الارض برو بحر فا ماالبر فسطحه ليس بصقيل جملة حتى يتأتى فيه ما ذكر بل سطحه بجملته خشن واما اجزاؤه الملس فاكثرها صغار جدا فستوياتها مختلفة الاوضاع ليست على استواء بسيط واحد ومستديراتها هى من كرات صغار جدا فضوء الشمس عن مثل هذه المرآة يتشتت و يذهب انحاء مختلفة خارجة عن الضبط واما البحر فسطحه فى اكثر الامر متموج فهو خشن مركب من اجزاء صغار صقيلة على انها افسح من اجزاء البر و جميعها محدبة او مقعرة وليس للاجزاء المحدبة والمقعرة فى الجهات نظام والضوء المنعكس عن المحدبة يتفرق وعن المقعرة يجتمع بالقرب ثم يتفرق وحد الاجتماع يختلف بعده عن السطح الصقيل حسب عظم استدارة التقعير و صغرها على ما تقرر فى موضعه من مباحث الانعكاسات فالضوء المنعكس عن سطح الماء ايضا لا ينضبط حاله فلا يكون بين الاشعة المستقيمة والمنعكسة كلها وضع واحد حتى يوجب على زعمهم تشابه البحر قوة وضعفا فى جميع اجزاء الهواء وايضا فان سطح الارض يوضح عنه الانعكاس كما ذكروا ان كان اما مستويا او كريا محدبا اوقطعا من المستوى و المحدب و المقعر واذا اشرقت الشمس عليها فكل نقطة فى الهواء داخل مخروط الاستقامة المتشكل بين الشمس و الارض يرد اليها شعاع مستو منعكس على ما تقرر فى موضعه فيجب تشابه البحر فى جميع اجزاء الجو من اول النهار الى آخره اللهم الا ما يوجبه الدوام فيجب ان يكون اساعه الآخرة من النهار آخر اوقات اليوم ولا يقال ان انفراج الزاوية بين الخطين يوجب قوة الحرارة لان ذلك يوجب قرب اتحاد وضع الخط المنعكس من المستقيم فكاد ان يكون على استقامة واحدة فان هذا القياس شعري

ولم

ولم يشهد على النتيجة تجربة ولو سلم ذلك ايضا يوجب ازدياد الحرارة فى طرفى النهار دون وسطه وفى الشتاء دون الصيف هذا فاما السبب المحقق لذلك والله اعلم فهو ان ضوء الشمس لا بد ان ينعطف فى اجزاء الهواء بعد الورود عن الفلك على هيئة الانعطاف من الالطف فى الاغلظ الكري المحدب فيحدث من الانعطاف مخروط الى الحدة فاذا وافى كرة البخار وهى اغلظ انعطف ثانيا الى الحدة ايضا نحو وجه الارض ويكون اواسط المخروط الذى هو اواسط النهار اقل انعطافا فتكون اقوى وحواشيه اضعف ويتغير اللون فى الحواشى الى حمرة وكمودة هى التى تبد وطرفى النهار وقد مر تفاصيل ذلك فى ذكر الصبح والشفق - واما ازدياد الحر بعد الزوال وفى اوائل الاسد فهو لدوام تأثير السخونة فى الجو فهذا ماحضر فى هذا المقام والله الموفق للصواب *

تحرير مقالة صورة الكسوف

تحرير مقالة صورة الكسوف وهى خمسة مقاصد

مقدمة

(قال رحمه الله) قد يوجد ضوء الشمس وقت كسوفها اذا تقذ من ثقب ضيق مستدير وانتهى الى سطح مقابل للثقب هلاليا اذا كان الجزء الثانى(١) من جرم الشمس هلاليا ولم يستغرق الكسوف جميعها ولا يوجد مثل ذلك عند خسوف القمر اذا كان الجزء الباقى منه هلاليا ولا فى اوائل الشهور واواخرها (٢) بل يوجد ضوءه ابدا مستديرا اذا كان الثقب مستديرا

---

(١) ن — الباقى * (٢) تنبيه من المصحح — من العجب مع دقة ذهنه ما قال ابن الهيثم ها هنا بان ضوء القمر يرى ابدا هلاليا اذا انفذت الاشعة ثقبا ضيقا فانما يرى حقيقة هلاليا كما اعتبره فى ضوء الشمس لعله فاته هذا الاعتبار لسوء آلات المناظر فى زمانه - سالم الكرنكوى *

ثم ان ضوء الجزء الهلالي من الشمس الواقع على السطح المقابل انما يكون هلاليا اذا كان الثقب ضيقا والى حد من السعة وكلما وسع تغيرت صورته الى ان تبطل هلاليته ويصير مستديرا او يوجد صورا ضواء الشمس النافذة من الثقوب الواقعة على السطوح الموازية للثقوب على اشكال الثقوب اذا كانت واسعة وللقمر على اشكالها سواء كانت واسعة اوضيقة ولما كان الامر كذلك رأينا ان نبحث عن السبب الموجب لذلك *

(فنقول) اذا كان الثقب مستديرا و يقابله من ورائه سطح موازلسطحه و يكون الواصل بين مركزى الشمس والثقب عمودا على السطحين فانه يتشكل بين كل نقطة من الجزء الهلالى من الشمس و بين دائرة الثقب مخروط ضوء لها وينفذ الى السطح و يقع عليه على شكل دائرة فتحصل فى السطح الموازى اضواء مستديرة متراصة متداخلة لا يتميز بعضها عن بعض وجملتها تكون متناهية يحيط بها ظل متصل للجسم الكثيف المحيط بالثقب و يتشكل ايضا بين الجزء الهلالى وكل نقطة من سطح الثقب مخروط ضوء قاعدته الهلالى واذا جاوز الثقب حدث مخروط مثله مقابلا له واذا وقع على السطح فانه يظهر عليه هلالي الشكل ايضا وشبيها بالجزء الهلالى لما يلزم من تقابل المخروطين فالضوء الحادث على السطح مركب من اهلة مضيئة متصلة متداخلة متساوية كما انه مركب من دوائر كذلك فمحيطه مركب من محيطات القسي المحيطة بالاهلة وكل مخروط يخرج من جميع الهلال المضيء الى نقطة من الثقب يحيط به سطحان احدهما محدب يمتد من محدب الهلال والآخر مقعر يمتد من مقعره والقوسان من دائرتين متساويتين لان دائرتى صفحتى النيرين اذ ذاك متساويتان وقد بين ذلك

اصحاب

اصحاب التعاليم فاذا قطع السطح الموازى المخروط المقابل كان الهلال الحادث
عليه تحيط به قوسان من دائرتين متساويتين فيكون سهم السطح المحدب
من المخروط المتشكل بين الجزء الهلالى وكل نقطة من الثقب ينتهى الى مركز
محدب الهلال الحادث وسهم السطح المقعر ينتهى الى مركز مقعره
وتكون حدبة الهلال الحادث فى ضد جهة حدبة الهلال المضىء فاذا توهمنا
خطا يصل بين طرفي الهلال الحادث ونصف واخرج من المنتصف عمود
فانه يمر بمركزى قوسيه ويكون هذا العمود مع سهمى السطحين المحدب
والمقعر فى سطح واحد اذا انبسط قطع سطح الهلال المضىء ومر بمركزى
قوسيه ايضا *

وليكن الهلال المضىء يحيط به قوسا * ا ب ج * ا د ج * ومركزاهما
س ص * والمحدبة * ا ب ج * ونصل * ا ج * ودائرة الثقب * ه ر ح *
ومركزها * ط * والهلال الحادث من المخروط المتشكل بين الهلال
المضىء ومركز الثقب هو ما يحيط به قوسا * ك ل م * ك ن م * والمحدبة
ك ل م * ونصل * ك م * وليكن منتصفه * و * والعمود الخارج من * و *
و ن ل * ولنخرجه فى جهة * و * الى * ف * فمركزا قوسى * ك ل م *
ك ن م * على * و ف * وليكونا * ى ف * فسهما السطحين ينتهيان الى
ى ف * وليكن قطر الثقب الذى يحدثه السطح الذى فيه * و ف * وسهما
السطحين * ح ط * والخط الذى يحدثه فى سطح الشمس * ص س *
د ب * ونصل * ص ط * ونخرجه فينتهى الى * ف * ونصل * ص ح *
ونخرجه فينتهى الى * و ف * ولينته الى * ث *

(فنقول) اولا اذا كانت * ر * نصف قطر الثقب الى نصف قطر الشمس

اعنى * د ص * كنسبة البعد بين السطح الموازى والثقب الى البعد بين السطح والشمس اعنى * ط ف * الى * ف ص * فان * ف ث * مثل * ف ن * وذلك لانا نصل (١) * ت ط * ونخرجه الى ان يلقى سطح الشمس على نقطة من دص * خارجا عن * ص * وتكون نسبة * حت * الى * ت ص * كنسبة ط ح * الى الخط الذى ينفصل بين * ص * وطرف الخط الذى يمر بنقطتى ط ت * وينتهى الى * ب ص * فيكون المنفصل مثل * د ص *

(اقول) وذلك لان نسبة * ح ت * الى * ت ص * كنسبة * ح ف * الى * ف د * و هى كنسبة * ط ح * الى * ص د * فيلزم المطلوب *

(قال) ونسبة * ف ت * الى * ص د * مؤلفة من نسبة * ف ت * الى ط ح * اعنى نسبة * ت ص * الى * ص ح * و من نسبة * ط ح * الى ص د * اعنى نسبة * ت ح * الى * ت ص * بالفرض و النسبة المؤلفة من نسبة * ح ت * الى * ت ص * ونسبة * ت ص * الى ص ح * هى نسبة * ت ح * الى * ح ص * فنسبة * ف ت * الى * ص د * كنسبة ت ح * الى * ح ص * اعنى * ف ط * الى * ط ص * ونصل * د ط * فيكون فى السطح المقعر الذى قاعدته قوس * ا د ج * ورأسه * ط * فاذا اخرج انتهى الى نقطة * ن * وتكون نسبة * ن ف * الى * ص د * كنسبة * ف ط * الى * ط ص * التى كانت كنسبة * ف ت * الى * ص د فخط * ف ت * مثل * ف ن * و يلزم من هذا البرهان انه اذا كانت نسبة قطر الثقب الى قطر الشمس اصغر من نسبة البعدين فان * ف ت * يكون اصغر من * ف ن * واذا كانت نسبة القطرين اعظم من نسبة البعدين فان * ف ت * يكون اعظم من * ف ن * فكلما عظم البعد بين

(١) ن — نفصل *

الثقب

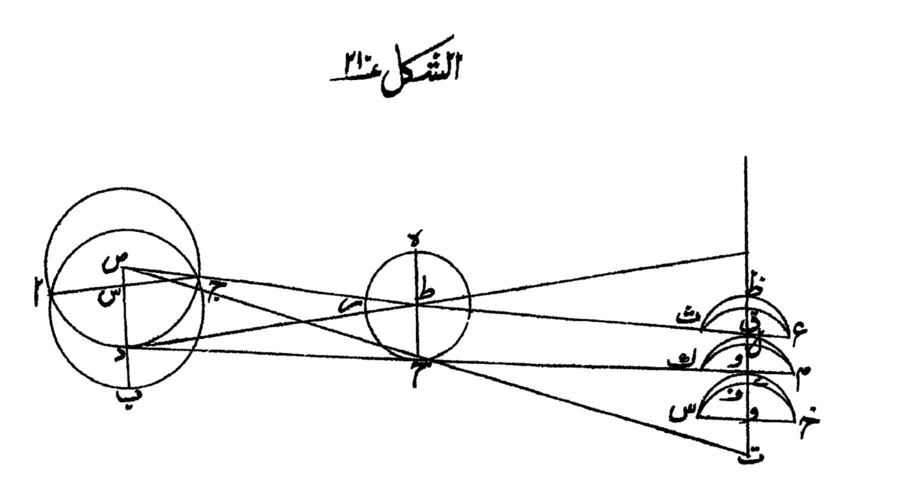
الثقب والسطح الموازى صغر * ف ت * حتى يصير اصغر من * ف ن *
ويصير مركز * ك ن م * داخل القوس المقعرة الحادثة من نقطة * ح *
واذا قرب السطح من الثقب صار مركز قوس * ك ن م * على الخط الذى
فى وسط الهلال الحادث من نقطة * ح * وهذا الهلال يحيط به قوسان
محدبة ومقعرة و * ت * مركز المقعرة ويكون * ص ح ت * سهم
السطح المقعر الذى ينتهى الى * ت * واذا وصلنا * د ح * كان فى السطح
المقعر و ينتهى الى النقطة من القوس المقعرة التى هى الفصل بين * ف ت *
وسطح المخروط ونسبة الخط الذى بين هذه النقطة و * ت * الى * د ص *
كنسبة * ت ح * الى * ح ص * و هى نسبة * ف ت * الى * د ص *
فد ح * تنتهى الى نقطة * ف * فالقوس المقعرة تمر بنقطة * ف * وتكون
المحدبة من دائرة تساوى المقعرة فلتكن المقعرة * ش ف خ * و ف ت *
مثل * ف ن * فل ى * مثل * ن ف * فالمحدبة تمر بنقطة * ي * فلتكن
قوس * ش ى خ * و اذا وصلنا نقطتى * ا ج * بنقطة * ح * وابعدناهما
فانهما تنتهيان الى نقطتى * ش خ * و نصل * ش خ * فنسبة * ش خ *
الى * ا ج * كنسبة البعد الى البعد اعنى نسبة * ف ح * الى * ح د * و
ف ط * الى * ط ص * و * ف ت * الى * ص د * وكذلك نسبة * ك م *
الى * ا ج * تلك النسبة و يتوهم الهلال الحادث من نقطة * ه * فيكون
مثل الهلال الاول و بعده عن الهلال الاوسط بعد الاوسط عن الاخير
والوضع والقدر كما مر وليحط به قوسا * ث ظ ع * ث ق ع * والاولى
محدبة ونخرج * ث ل * حتى يقطع القوسين على * ط ق * ونصل * ث ع *
فيكون مثل ك م * فكل نقطة من قوس * ا د ج * اذا خرج منها خط

الى * ط * انتهى الى نقطة من خط * كن م * وتكون تلك النقطة مركز
الدائرة التي تحدث على السطح من قطعة المخروط المتشكل بين تلك النقطة
من قوس * ا د ج * ومحيط الثقب وكل نقطة من قوس * ا ب ج * اذا
خرج منها خط الى * ط * فهو ينتهى الى نقطة من قوس * ك ل م *
ويكون مركز الدائرة الحادثة على السطح من قطعة المخروط المتشكل
بين تلك النقطة من قوس * ا ب ج * ومحيط الثقب وكل نقطة من قوس
كن م * هى مركز دائرة مضيئة محيطها ينتهى الى قوس * ش ف
خ * ث ق ع * وكل نقطة من قوس * ك ل م * هى مركز دائرة مضيئة
محيطها ينتهى الى قوس * ش ى خ * ث ظ ع * ﴿ الشكل - ٢١٠ ﴾

(اخرى) كل دائرتين متساويتين وليكونا * ا ب ج * ه ب ج * يخرج
فيما بينهما خط مستقيم موازٍ للواصل بين مركزيهما فانه مثل الخط الذى
يصل بين مركزيهما فليكن مركزاهما * خ ط * ونصل * خ ط * وننفذه
فى الجهتين الى * ه ا * وليقطع محيط * ا ب ج * على * ا ن * ومحيط
ب ه ج * على * ر ه * ونفرض على دائرة * ب ج ه * نقطة * م * كيف
اتفق ونخرج * م د * موازيا * لاط * فيقطع دائرة * ا ب ج * وليكن
على * د * ونخرج من * د م * عمودى * د ك * م ل * فيكونان متساويين
ومتوازيين وكذلك * د م ك ل * وكذلك قوسا * ا د * ر م وسهما
اك * ر ل * و * ك ر * مشترك * فار * ك ل * متساويان * فار * مثل
د م * و اح * مثل * ر ط * و * ح ر * مشترك * فار * اعنى * د م *
مثل * ح ط * الذى بين المركزين وذلك ما اردناه *

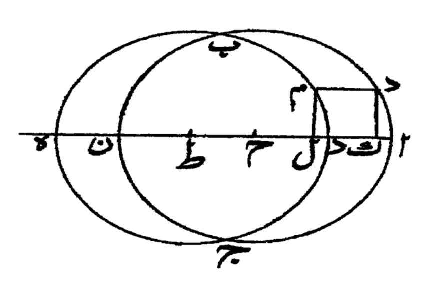
﴿ الشكل - ٢١١ ﴾

(١)



الشكل ٢١٠

الشكل ٢١١



(ا) واذقد تبين ذلك فلنعد الشكل الاول * فنقول * اذا كان نسبة القطرين كنسبة البعدين فان الضوء الحادث على السطح من الثقب يكون هلاليا وذلك لان خط * ت ط * عمود على خطوط * ك م * ش خ * ث ع * مار بمراكز القسي فينصف الخطوط وليكن * ز * منتصف * ش خ * ونصل ك ش * فيكون موازيا * لو ز * لان * ك و * مساو * لش ت * وموازله فك ش * مواز * لن ف * ومساوله * لكونه مثل * ف ت * الذى بين المركزين وكل نقطة تفرض على قوس * ك ن م * ويخرج منها خط الى قوس * ش ف خ * موازيا * لز ف * فانه يكون مثل * ن ف * وكذلك قوسا * ك ل م * ش ى خ * وقوسا * ث ق ع * ك ن م * وقوسا ث ظ ع * ك ل م * ونصل * ك ث * فيكون * ق ن * موازياله * فك ث * مثل * ك ش * وهما متصلان على استقامة وكذلك اذا وصلنا * م خ * م ع * اتصلا على استقامة وكان * م * المنتصف فنجعل * ك * مركزا ونبعد * ك ش * دائرة فتمر بنقطة * ث * وكذلك نجعل * م * مركزا ونبعد * م خ * دائرة فتمر بنقطة * ع * ودائرة * ش ث * تقاطع دائرة ث ظ ع * لان دائرة * ش ث * تماس خط * ث ع * لان * ك ث * عمود على * ث ع * الذى يقطع دائرة * ث ظ ع * فتحصل عند نقطة ث * زاوية ما بين الدائرتين وكذلك دائرة * خ ع * تقطع دائرة ث ظ ع * و تحصل عند * ع * زاوية ما و نصل * ى ث * فهو يقطع قوس * ل ك * وليكن على * غ * ونفرض على قوس * غ ك * نقطة فيما بين * غ ك * قريبة من * ك * وليكن * ص * فيكون الواصل بين نقطتى * ض ث * اصغر من * ك ث * لانه اقرب الى * ث غ * ونخرج

ض د * موازيا * لك ث * فيكون مساويا له * فض د * اعظم من
الواصل بين * ض ث * فاذاجعل * ض * مركزاونبعد * ض د * دائرة
كان محيطها خارجاعن * ث * فهي تحيط بالزاوية التي عند * ث * وكذلك
كل نقطة من قوس * ك ل * اذا كانت قريبة من * ك * فان الدائرة
التي تكون هي مركزها تقطع (١) زاوية * ث * وهذه الدوائرمتراصة
متساوية طرف قطر واحد من كل منها ينتهي الى قوس * ث ظ ع * والطرف
الآخر الى قوس * ش ى خ * فمحيط كل منها يقطع قوس * ث ظ ع *
ويكون بعض محيطها خارجا ممايلي * ث * والبعض داخل القوس الى ان
ينتهي المركز الى * ل * فتكون دائرتها منطبقة على * ث ظ ع * وكذا
الدوائر التي تكون مراكزها على قوس * ل م * تقطع قوس * ظ ع *
ويكون بعض محيطاتها خارجة عن القوس وبعضها داخلة وجميعها تقطع (١)
الزاوية التي عند * غ * وهي متصلة فيعرض من اتصال هذه الدوائر
ان يكون الضوء مستديرا من لدن نقطة * ش * الى نقطة * ظ * وكذلك
الى خ * وتنتهي محيطات جميع الدوائر الى قوس * ش ى خ * فيصل
الضوء من قوس * ث ظ ع * الى قوس * ش ى خ *

﴿ الشكل - ٢١٢ ﴾

﴿ الحاصل ﴾

(فمحيط) الضوء الحادث يكون مستديرا *

(اقول) يريد محيط التحديب ولا يكون من دائرة واحدة لانا نخرج
م ك * في الجهتين حتى يقطع محيطي * ث ش * ع خ * على نقطتي * ا ب *

---

(١) كذا — ولعله تقطع وكذا فيما يأتي *

مثلا

الشكل ٢١٢

مثلا فيكونان على محيط الضوء الحادث وكذا نقط * ظ ش خ * ويكون جزء * ا ظ ب * قوسا من دائرة مركزها * ى * وجزء * ا ش * قوسا من دائرة * ث ش * وجزء * ب خ * قوسا من دائرة * ع خ *

(قال) وبوجه آخر - لما كانت المخروطات التى تخرج من الهلال المضئ الى محيط الثقب متصلة والضوء الذى فى محدب الهلال الحادث هو الذى يخرج من قوس * ا ب ج * والواصل بين * س * ونقطة من محيط الثقب هو الذى ينتهى الى مركز قوس محدب الهلال الحادث من تلك النقطة فالمخروطات المتصلة التى رؤسها على محيط الثقب هي بمنزلة مخروط واحد قاعدته الهلال المضئ ورأسه قد دار على محيط الثقب دورة تامة وطرف سهمه يتحرك معه على محيط دائرة موازية للثقب فالهلال الحادث يتحرك حول الدائرة المذكورة فمحدب الهلال الحادث يرسم دائرة موازية لها وهذه الدائرة هى محيط الضوء الحادث اعنى المحدب منه الا ان هذه الدائرة لا يرسمها خط واحد من الخطوط التى فى سطح المخروط المحدب المضئ لان رأس المخروط اذا تحرك على محيط الثقب تحرك كل خط فى سطح المخروط على محيط الثقب وتحرك اطراف جميعها على محيط دائرة فى السطح فالخط الخارج من * ج * الى * ح * ينتهى الى * ش * ثم اذا تحرك رأس المخروط الى خلاف جهة * ر * تحرك طرف الخط على محيط * ش ث * فاذا انتهى رأس المخروط الى * ه * انتهى الطرف الى * ث * والخط الخارج من * ا * الى * ح * ينتهى الى خ * ويتحرك حول محيط الثقب وطرفه على محيط * خ ع * الى جهة * ش * وينتهى الى * ع * واذا يكون هلال * ث ط * ع ق * قد تم ثم اذا تحرك

رأس المخروط من * ه * نحو * ر * تحرك طرف الخط الخارج من * ج * على تمام دائرة * ش ث * داخل الضوء فيما بين قوسى * ث ط ع * ش ى خ * و يتحرك طرف الخط الخارج من * ا * على قوس * ع خ * تمام (١) الدائرة فى هذه الدورة ويتحرك سائر الخطوط الخارجة من قوس * ا ب ج * على دوائر متساوية مراكزها على قوس * ك ل م * وهى تقطع قوس * ث ط *

الحاصل

فقد تبين ان الهلال الحادث اذا دار تم تحديبه محيط دائرة صحيحة الاستدارة لا من حركة خط واحد بل من حركات خطوط كثيرة متبدلة وتبين بالوجهين ان محيط الضوء الحادث هو خط صحيح الاستدارة ليس بتام الاحاطة وقد بقى ان نبين صورة التقعير *

(فنقول) قد تبين ان * ش ك ث * ت ف ن * متساوية ونصل * ف ك * فيكون مثل * ف ن * فك ش * مثل * ك ف * فدائرة * ش ث * تمر بنقطة * ف * وتعود الى * ش * ويصير جزء منها فى داخل قوس * ش ف خ * وكل خط يخرج من نقطة من قوس * ك ن م * ونصف قطرها مثل * ز ف * فان محيطها يمر بنقطة * ف * ويقطع قوس * ش ف خ * و يحصل جزء منها فى داخل تقعير قوس * ش ف خ * الا الدائرة التى مركزها * ن * فانها تكون مماسة على * ف * وسائرها يقطع القوس على نقطتين احداهما * ف * والاخرى طرف الخط الموازى * لن ف * وهى مترا صة من * س * الى * خ * والجزء الداخل من الدائرة التى مركزها ك * اعظم من الجزء الداخل من الدائرة التى مركزها يلى * ك * وعلى ذلك تتصاغر الاجزاء الداخلة الى ان تنتهى الى مماسة على * ف * وهكذا فى

---

(١) ن — مثل *

فى الجانب الآخر والدائرة التى مركزها * ك * مماسة لخط * ش ر * فهى تأخذ من قطعة * ش ف ر * جزءا يسيرا وتكون بقية القطعة خالية منها فسائر الدوائر يأخذ اجزاء اقل وهذه الدوائر مضيئة باضواء قوس * ا د ج * اعنى قاعدة السطح المخروط المقعر فهذه الاضواء تأخذ من قطعة * ش ف ح * جزئين صغيرين و تكون نفسها خالية عن الضوء وتحصل عند * ف * زاوية مامن تقاطع الدائرتين اللتين مركزاهما * ك م * ولان جميع الدوائر يتقاطع عند * ف * فتحصل عند * ف * اضواء كثيرة فتضىء الزاوية التى عند * ف * بالاضواء العرضية ويتشعب بعض الضوء الذى فى داخل القطعة واذ انشعب الضوء واضاءت الزاوية صار تقعير الضوء مستديرا وان كان غير صحيح الاستدارة لكن الحس لا يحققه فيكون الضوء هلالى الشكل محدبه مستدير صحيح الاستدارة ومقعره مستدير عند الحس *

(ب) ثم اذا بوعد من الثقب و السطح حتى تصير نسبة القطرين اصغر من نسبة البعدين فان * ف ت * يكون اصغر من نصف قطر القسى فيكون ن ف * على انه ما بين المقعرين اصغر من نصف قطر * ك ن م * فمركزها فى داخل تقعير * ش ف خ * فخط * ف ك * اعظم من * ف ن * و ف ن * ابدا مثل * ك ش * فن ك * اعظم من * ك ش * فدائرة * ش ث * تقطع * ك ف * تحت قوس * ش ف * وكذلك جميع الدوائر المساوية لش ث * التى مراكزها على قوس * ك ن م * تكون الخطوط الواصلة بين مراكزها وبين * ف * اعظم من انصاف اقطارها فمحيطات الجميع تمر تحت نقطة * ف * وتكون الدائرة التى مركزها * ن * فقط تمر بنقطة ف * وتماس قوس * ش ف خ * وكل من الدوائر الباقية يقطع قوس

ش ف خ * الا ان الاجزاء التى تداخل التقعير اصغر من نظائرها من الدوائر التى تمر بنقطة * ف * فيكون هذا التقعير اشد من التقعير الاول فكلما زاد البعد بين الثقب والسطح كان التقعير الذى فى الضوء اشد انخماصا ويعرض ضد ذلك اذا قرب الثقب من السطح لان * ن ف * يصير اعظم من نصف قطر قوس * ك ن م * فيكون * ف ك * اصغر من * ف ن * بل * ك ش * فدائرة * ش ث * تقطع * ك ف * فوق نقطة * ف * وكذلك الدوائر الباقية فتكون الاجزاء المضيئة المداخلة قوس * ش ف خ * اكثر فيصير التقعير الذى يظهر فى الضوء اقل *

الحاصل

فقد تبين ان الضوء الحادث من الهلال المضيء من الشمس يكون هلاليا محدبه صحيح الاستدارة ومقعره مستدير حساً وكلما زاد البعد بين الثقب والسطح زاد التقعير وكلما نقص قل واذ تفاوت الزيادة والنقصان ظهرت زيادة التقعير ونقصانه عند الحس وان نسبة القطرين اذا لم تكن اعظم من نسبة البعدين فان الضوء الحادث يكون هلاليا *

الفصل الثالث

(ج) وتبين ايضا مما ذكر ان الهلال الحادث يكون اعظم من الشبيه بالهلال المضيء اعنى ان نسبة ضوءه الى الظل الذى فى تقعيره اعظم من نسبة ضوء الهلال المضيء الى ظلمة تقعيره *

الفصل الرابع

(د) ثم نقول اذا كانت نسبة القطرين عشرة امثال نسبة البعدين فلا يظهر شيء من تقعير الضوء الحادث فلنفرد قوسى * ك ن م * ش ف خ * وخطوط * ن ف ت * ش ر خ * ك ق م * ش خ م * حتى لا تكثر الخطوط * فق ر * مثل * ن ف * لكونه مثل * ك ش * واذا كانت

نسبة القطرين عشرة امثال نسبة البعدين فالخط الذى بين مركزى قوسى * ك ن م * ش ف خ * عشرة امثال نصف قطر احداهما فنسبة الخط الذى بين المركزين الى خمسة امثال قطر المضىء كنسبة البعد بين الثقب والسطح الى البعد بين الثقب و المضىء التى هى كنسبة نصف قطر ك ن م * الى نصف قطر المضىء فبالابدال تكون نسبة خمسة امثال قطر المضىء الى نصف قطره كنسبة الخط الذى بين المركزين الى نصف قطر ك ن م * فك ش * عشرة امثال * ف ت * وسطح * ك ر * متوازى الاضلاع قائم الزوايا فالواصل بين * ر ك * اعظم من * ك ش * فنجعل ك ع * مثل * ك ش * فنقطة * ع * فيما بين * ق ر * ومربع * ك ع * مثل مربع * ق ر * ونخرج * ر ق * الى * ص * ونجعل * ق ص * مثل ق ر * فيكون ضرب * ص ع * فى * ع ر * مع مربع * ق ع * مثل مربع * ق ر * اعنى مربع * ك ع * لكن مربع * ك ع * مثل مربعى ك ق * ق ع * فمربع * ك ق * اعنى * ش ر * كضرب * ص ع * فى ع ر * وقوس * ش ف * اقل من ربع دائرة وذلك ان كل هلال تحيط به قوسان من دائرتين متساويتين فان القوس المقعرة منهما اقل من نصف دائرة لان كل دائرتين متساويتين تتقاطعان فان الواصل بين تقاطعهما هو وتر فى كل منهما و ليس بقطر فقوس * ش ف خ * اقل من النصف * فش ر * اصغر من ف ت * و * ص ر * عشرون مثلا لخط * ف ت * فش ر * اقل من نصف عشر * ص ر * واقل من عشر * ق ر * فمربع * ش ر * اعنى ضرب ص ع * فى * ع ر * اقل من عشر عشر مربع * ق ر * و نخرج من * ع * عمود * ع ه * ونصل * ق ه * فيكون مثل * ك ع * اعنى * ق ر *

فقطة * ه * على محيط الدائرة التي * ق * مركزها و * ق ر * نصف قطرها.
فنسبة * ر ع * الى * ع ه * كنسبة * ع ه * الى * ع ص * فنسبة * ر ع * الى
ع ص * كنسبة * ه ع * الى * ع ص * مثناة و * ه ع * نصف عشر * ع ص *
تقريبا * فر ع * ربع عشر عشر * ر ص * تقريبا وبالمقدار الذى به * رص *
اربع مائة جزء يكون * ف ت * عشرين جزءا وقطر دائرة * ش ف خ *
اربعين * فع ر * ربع عشر القطر والدائرة التي مركزها * ك * تمر بنقطتى
ش ع * وقد تبين ان هذه الدائرة هي المضيئة بضوء * ج * والتي مركزها
م * تمر بنقطتى * خ ع * وهي المضيئة بضوء * ا * فيها علا ان تقعير قطعة
ش ف خ * ضوءا والدوائر الباقية المضيئة تحت ها تين ومتصلات بها فلا
يبقى من تقعير * ش ف خ * الاجزء يسير لا يحس به وهو عند نقطة * ع *
ويحصل عند * ع * اضواء كثيرة فيشرق منها اضواء عرضية على * ع
ر * و * ع ر * في غاية الصغر فيخفى الظل الذى عند * ع * فلا يبقى من
التقعير اثر و محيط الضوء المحدب (١) مستدير فيصير شكل الضوء
المحدث(٢) مستديرا واذا كان نسبة القطرين اعظم من عشرة امثال نسبة
البعدين كان الضوء الحادث اشد استدارة * ﴿ الشكل - ٧٦٣ ﴾

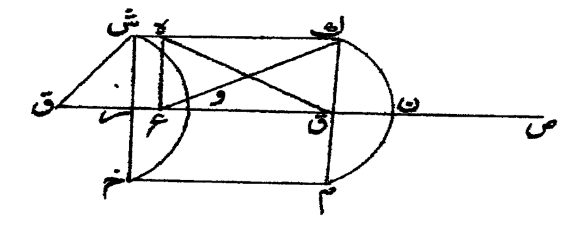
(٥) ثم ان بطلميوس قد بين في المجسطى ان قطر الشمس مثل قطر القمر
ثمانية عشر مرة واربعة اخماس ونسبة قطر الشمس الى قطر القمر كنسبة بعد
الشمس من الارض الى بعد القمر من الارض لان الشمس والقمر يحيط
بهما مخروط واحد رأسه مركز البصر فبعد الشمس من الارض مثل بعد
القمر ثمانية عشر مرة واربعة اخماس فاذا قوبل القمر بثقب قطره جزء من
ثمانية عشر جزءا واربعة اخماس من قطر الثقب الذى قوبل به الشمس وظهر

المقصد الخامس

(١) كذا - ☆ (٢) ن - الحادث ☆

شكل

الشكل ٢١٣



شكل ضوئها الحادث هلاليا وكان بعد السطح الذى يظهر عليه ضوء القمر من الثقب جزءا من ثمانية عشر واربعة اخماس من البعد الذى بين السطح الذى يظهر عليه ضوء الشمس وبين الثقب كانت نسبة بعد الثقب عن السطح الموازى الى بعد السطح عن القمر كنسبة قطر الثقب الى قطر القمر فعند ذلك يجب ان يظهر ضوء القمر هلاليا واذا كان قطر الثقب النافذ فيه ضوء القمر جزءا من ثمانية عشر من قطر الثقب النافذ فيه ضوء الشمس فان سطح الثقب للقمر يكون جزءاً من (٣٢٤) من سطح الثقب للشمس فاذا كان قطر الثقب للشمس شعيرة كان الجزء من (٣٢٤) من سطح الثقب جزءاً غير محسوس لانه يكون كالنقطة عند الحس وكذا الضوء النافذ فيه وخصوصاً ضوء القمر لضعفه فهلالية الضوء الحادث الخفي عن الحس وقطر الثقب الذى يظهر به ضوء الشمس هلاليا هو ثمانية عشر مرة واربعة اخماس مثل قطر الثقب الذى يوجب هلالية ضوء القمر وقد تبين ان قطر الثقب اذا صار عشرة امثال قطر الثقب الموجب للهلالية فان ضوءه الحادث يكون مستديرا فبالاولى اذا صار ثمانية عشر مرة مثله *

الحاصل

فاذا قوبل القمر بثقب من مثله يظهر ضوء الشمس هلاليا فان ضوءه الحادث يظهر مستديراً ثم اذا بوعد الثقب عن السطح ضعف الضوء واول ما يضعف منه حواشيه فلو كان ضوء القمر الحادث هلاليا لكانت زواياه وحواشيه مضمحلة فتصير مستديرة عند الحس والبعد الذى يوجب بسببه هلالية ضوئه اذا انتهى ضوء القمر اليه يكون قد تلاشى وبطل وكذلك ضوء الشمس اذا خرج من ثقب واسع فان له بعداً يوجب هلالية ضوئها الا

انه يكون بعداً متفاوتاً وربما لم يوجد على وجه الارض • وضع بعده من الثقب البعد الذى بسببه يوجب الهلالية وان وجد فان المعتبر الذى عند الثقب قد لا يدرك بصره ما يكون فى ذلك الموضع لتفاوت البعد ومع ذلك فان ضوء الشمس الذى يخرج من الثقب الواسع اذا انتهى الى ذلك الموضع بطل واضمحل *

(اقول) وذلك لما تبين في مباحث الاظلال *

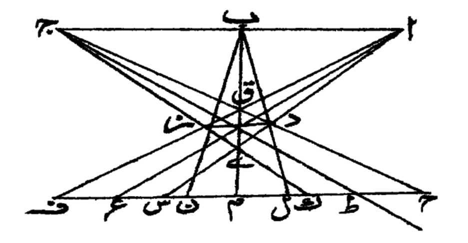
(قال) وهذا المعنى يظهر من الاضواء التى تخرج من الثقوب الضيقة فقد ثبتت المعانى التى قصدنا بيانها فى هذه المقالة وذلك ما اردناه *

(اقول) فان قوبل الشمس فى تلك الحال بجسم كثيف مستدير الشكل كالدائرة وليكن بقدر دائرة الثقب وبعد السطح ذلك فانظله يكون هلاليا على السطح والبيان كما مر *

مقدمة

نفرض فى مقابلة ثقب سطحاً مضيئا نصفه احمر اللون والنصف اخضر ونفرض فيه * اب ج * خطاً مستقيما * اب * منه فى الجزء الاخضر و * ب ج * فى الجزء الاحمر وليكن قطر الثقب * د ه ر * وموازيا * لا ح * و * ه * منتصفه ونصل * اد * اه * ار * ونخرجها الى * س ع ف * ثم ب د * ب ه * ب ر * ونخرجها الى * ل م ن * ثم * ج د * ج ه * ج ر * ونخرجها الى * ح ط ك * ولتكن النهايات على خط يوازى * د ه ر ه * ح ف * وليلاق خطا * اد * ب ر * على * ق * و * ج ر * ب د على * ص * و * د ق * ر ص * على * ى * ففى مثلث * د ق ر * خضرة وضوءها المحض وفى مثلث * د ص ر * حمرة وضوءها المحض وليكن

الشكل ۲۱۴



ح ف * اولا من وراء * ص ق * ففي جميع خط * ل ف * خضرة
وفي جميع * ن ح * حمرة ولون جزئي * ن ف * ل ح * خالص ولون
ل ن * خضرة مشوبة بحمرة ومثلث * اس ف * يشتمل على صور * ا *
النافذة من جميع نقاط * د ه ز * ومثلث * ب ل ن * على صور * ب *
و * ج ح ك * على صور * ج * وبين ان خطوط * س ف ل * ن ح ك *
متساوية وكذلك جميع نقاط * ا ب ج * ينفذ صورها من * د ه ز *
وتحصل في جزء من * ح ف * مثل * س ف * وخط * ح ل * يشتمل
على صور نقاط من طرف * ج * لا تمازج صورة نقطة من * ب ا *
وكذلك * ف ن * يشتمل على صور نقاط من طرف * ا * لا تمازج صورة
نقطة من * ب ج * ومعلوم ان * ح ف * كلما كان اقرب من الثقب
كانت النقاط التي يشتمل على صورها الجزء ان اقل والمتزجة اكثر فقد ينتهي
الى حد لا يحس بلون فيه الا ممتزجا وذلك اذا صار من دون * ص ق *
وعليه القياس اذا كان المضيء فوق اثنين وعم انت حال اشكال الاضواء
الحادثة فان الاشكال تلتئم من اقطارها وقد علمت حال قطر واحد فقس
عليه سائر الاقطار ولو كانت صورة * ا ب ج * لا تنفذ الا من نقطة * ه *
مثلا لكان الحادث ضوء * ط م ع * و * ط م * حمرة محضة و * م ع *
خضرة محضة فصورة كل نقطة من * ا ب ج * واردة الى نقطة من
ط م ع * فقط * ﴿ الشكل ٣١٣ ﴾

(وبعد ذلك) نقول كل صورة مضيئة قابلت ثقبا مستديرا في غاية الصغر فان
المخروط المتشكل بينها وبين مركز الثقب ينفذ الى السطح الموازي ويحدث
ضوءها على السطح على شكل شبيه بشكل الصورة لكنه يكون معكوسا

ولنسمه الضوء المتوسط فاذا تعددت الصور المضيئة تعددت اضواء ها المتوسطة لكن الضوء الحادث من الصورة المتيامنة عن الثقب يتياسر ويتيامن ضوء المتياسرة ويتعالى ضوء المتسافلة ويتسافل ضوء المتعالية واشكال الاضواء تشبه اشكال الصور ونسبتها الى اشكال الصور واحدة وضوء كل صورة يرد فى جميع المخروطات المتشكلة بينها وبين كل نقطة من سطح الثقب الى مايقابله وقواعد تلك المخروطات على السطح المقابل متساوية ولكل نقطة من محيط قاعدة نظيرة على جميع محيطات القواعد قد امتد الضوء الى جميعها من نقطة بعينها من محيط الصورة و جميع تلك القواعد متراصة يحدها المخروط المتشكل بين الصورة ونقطة من محيط دائرة الثقب اذا ادير على المحيط دورة تامة وكل خط يخرج من نقطة من محيط الصورة الى نقطة من محيط الثقب فانه اذا انتهى الى السطح الموازى كان بين موقعه من محيط القاعدة وبين نظيرتها من محيط الضوء المتوسط بعد واحد واطراف هذه الخطوط ترسم خطا يحيط بشكل شبيه شكل الضوء المتوسط واعظم منه والضوء المتوسط يتوسطه فان كانت الصورة دائرة فيكون شكل جملة الضوء الحادث دائرة ايضاً هذا ان كان شكل الثقب شبيها بشكل الصورة وعلى وضعه فان كان الثقب دائرة والصورة ذات الزاوية فان كان الثقب فى غاية الصغر فان شكل الضوء الحادث يكون قريب الشبه بشكل الضوء المتوسط ويقل الشبه بقدر زيادة فسحة الثقب و تبطل الزوايا اولا وهكذا الى ان يخفى الشبه ويبقى الشبه فى مجرد الضوء واللون فاذا كانت صور فيظهر من كل ضوء حادث وان كانت متصلة اومتقاربة فبقدر اتساع دائرة الثقب تتداخل الاضواء وتمازج محيطاتها اولا والوسط

يبقى

يبقى على صرافته وكلما كان الثقب اضيق و السطح ابعد كان شكل الوسط اشبه بالصورة والامتزاج فى المحيط اقل ولهذا السبب ترى حول الضوء النافذ من جرم الشمس فى ثقب ضيق الواقع على جسم نقى اللون حالة حدوث هالتها المتقزحة الوان التقازيح مترتبة كترتيبها على ماسبقت الاشارة فى مباحث الهالة ولذلك ايضاً اذاقابلت قطع سحاب بيض ثقباضيقاً يفضى الى موضع نقى اللون لايصل اليه ضوء آخر فانه يرى فى ذلك الموضع قطع اضواء الى البياض بعدد قطع السحاب مخالفة الاوضاع لها وان كانت قطع السحاب تحرك نحو جهة فان الاضواء ايضاً تحرك لكن الى خلاف تلك الجهة وكذا لوطار بعض الكبار من الطيور قريبا من ثقب كما ذكر فان صورة لونه تظهر على مايقابل الثقب متشكلا بشكل يشبه شكله متحركا فى خلاف جهته ومما ذكر جميعاً تنبيه للسبب فى ان ضوء الشمس النافذ من الثقوب الضيقة يظهر على السطوح الموازية مستديرا على اي شكل كان الثقب و انما يظهر فى شكل الثقب اذا كان واسعاً وضوء القمر يرى دائما على اشكال الثقوب *

رد والزام

قد يظن ان امتداد ضوء الشمس يخالف امتداد ضوء النار فى انه كلما بعد عن المبدأ ضعف مستدلا عليه بانه لوكان كذلك لكانت الحرارة فى رؤس الجبال الشاهقة اشد مما هى فى الاغوار والبرهان يقضى بخلافه واذ قد تبين ان ضوء الشمس اذا نفذ من ثقب فانه ينتهى الى حد يكون جميعه مشوبا بظل و هذا المشوب كلما زاد بعداً زاد سعة وضعفا والحس يشهد به فاذا تشكل بين جرم الشمس و سطح يقابلها مخروط ضوء ولايوجد اذذاك فى الهواء جسم كثيف فان الضوء الحاصل على

السطح ضوء محض ولا يصل الى السطح ضوء من الشمس خارج عن المخروط ثم اذا فرض سطح يقطع المخروط المتشكل موازيا للسطح المستضئ و ليكن سطح مقعر الفلك الموازى لسطح الارض فانه يحدث فصلا فى المخروط فاذا فرض الفصل ثقبا وباقى السطح القاطع فى جسم كثيف ثم فرضت دائرة صغيرة جدا فى وسط الفصل كان الضوء الحادث من تلك الدائرة على وجه الارض مشوبا كله ومعلوم ان الفصل انما هو بمنزلة دوائر متراصة كلها مثل الصغيرة ومركز كل منها من الفصل فالضوء النافذ من الفصل هو بمنزلة اضواء نافذة فى مخروطات متراصة متشكلة بين الشمس وبين جميع تلك الدوائر الصغار والضوء الحادث على السطح بمنزلة قواعد تلك المخروطات المتراصة فكلما كان السطح المقابل ابعد كانت القواعد اضعف ضوءا والضوء الحادث المركب منها اضعف ايضا وهو المطلوب فهذه خاصة لازمة للضوء اى ضوء كان بل الضوء لما كان يمتد من المضئ امتدادا كريا على خطوط مستقيمة وكلما تباعد عن المبدأ اتسع ما بين الخطوط فيضعف ضرورة وان فرض ان الضوء الممتد على خط واحد لا يتغير فى جميع اجزاء المسافة عن قوته فلا شبهة فى ان الاجتماع يزيد فى القوة والاجتماع بقرب المبدأ اقوى فاما كون رؤس الجبال اقل سخونة فذلك يكون لاسباب خارجة من طبيعة الضوء كقربها من طبقة الزمهرير و قلة الاشعة المنعكسة وغير ذلك فلا ينتهض ماذكروه دليلا على ان ضوء الشمس لا يضعف بحسب البعد والله اعلم *

تنبيه

قد يوجد بعد انكشاف السحاب عن الشمس زيادة فى الحر على مايكون

بعد الصحو بزمان قليل ويمكن ان يكون السبب لذلك ان عقيب الانكشاف يوجد فى الهواء اجزاء رشية فتحصل عنها انعكاسات ومخروطات احراق كثيرة جدا فتكثر المواضع المحرقة فى الجو فيزيد الحر واذا استحالت تلك الاجزاء هواء لحرارة الشمس هدأت تلك الحرارة وهذا المعنى يكون غالبا اذا كان الهواء نديا كما يكون بعد وقوع المطر *

تحرير مقالة الضوء

اثنا عشر مقصدا *

مقدمة

(قال رحمه الله) اعلم ان الكلام فى ماهية الضوء من العلوم الطبيعية والكلام فى كيفية اشراقه يحتاج الى العلوم التعليمية من اجل الخطوط التى تمتد عليها الاضواء وكذا الكلام فى ماهية الشعاع من الطبيعية والكلام فى شكله وهيئته من التعليمية وكذا الكلام فى ماهية الشفيف وامتداد الضوء فيه فالكلام فيها مركب من الطبيعية والتعليمية *

(فنقول) كل معنى يوجد فى جسم طبيعى من المعانى التى بها تتقوم ماهية ذلك الجسم فانه يسمى صورة جوهرية لان جوهر ذلك الجسم انما يتقوم من جميع المعانى التى هى فيه ولا يفارقه مادام جوهره غير متغير عما هو عليه *

(١) والضوء فى كل جسم مضئ من ذاته هو من تلك المعانى فهو صورة جوهرية والضوء العرضى الظاهر عن الاجسام الكثيفة المشرق عليه من غيرها صورة عرضية وهذا هو رأي المحققين من الفلاسفة فاما اصحاب التعاليم فانهم يرون ان الضوء المشرق عن المضئ من ذاته هو حرارة نارية تكون فى المضئ من ذاته لانهم وجدوا ان ضوء الشمس اذا انعكس عن

تحرير مقالة الضوء

الفصل الاول

المرآة المقعرة واجتمع عند نقطة واحدة وكان عندها جسم يقبل الاحتراق احرقه وانه اذا اشرق على الهواء اوجسم آخر وثبت عليه زمانا اسخنه ورأوا ان جميع الاضواء من جنس واحد وانما تختلف بالاشد والاضعف فالمحرق منها لقوته وغير المحرق لضعفه كما يوجد مثل ذلك فى حرارة النار*

الفصل الثاني

(ب) والاجسام المضيئة من ذواتها التي يدركها الحس نوعان الكوكب والنار واضواؤها تشرق على ما يجاورها من الاجسام فكل جسم تظهر عليه اضواؤها تكون فيه قوة قبول للضوء*

الفصل الثالث

(ج) ثم انها تنفذ في بعض الاجسام وهى المشفة ولا تنفذ فى بعض وهى الكثيفة فالمعنى المؤدى للضوء فى الاجسام هو الشفيف وهو من المعانى التى بها تتقوم ماهية المشف فالشفيف صورة جوهرية فى المشف*

الفصل الرابع

(د) والاجسام المشفة تختلف شفيفها وقبولها للاضواء وتأديتها لها كما سنبين*

الفصل الخامس

(ه) وكيفية نفوذ الضوء فى المشف المجاور للمضىء هو على ما تقرر انه يمتد الضوء من كل نقطة منه على سموت خطوط مستقيمة امتدادا كريا الى حيث ينتهى*

(اقول) والمعنى من الامتداد هو ما تقرر ان الجزء الذى يقرب من المضىء يوجد فيه ضوء شبيه بالذى فى المضىء والجزء الذي يليه يوجد فيه ضوء شبيه بما فى الجزء الاول وهكذا يتدرج الى ان يضمحل اويثبت على كثيف ومعنى قولنا يوجد انه ان كان مكان ذلك الجزء كثيف نقي اللون ليس فيه ضوء ظهر عليه ضوء كما ذكرنا*

الفصل السادس

(قال - و) والاجسام التى يسميها الجمهور مشفة قسمان احدهما التى ينفذ الضوء فى جميع اجزائها كالهواء والماء والزجاج والبلور وثانيهما التى ينفذ

الضوء فى بعض اجزائها دون بعض كالثياب الرقيقة و اشباهها اذا لضوء ينفذ فى الثقوب التى بين خيوطها دون الخيوط ولان الثوب الرقيق خيوط دقاق فلا تتميز للبصر الاضواء الخارجة من ثقوبه من التى تقف عند خيوطه فشفيف القسم الاول غير شفيف الثانى والمشف على الحقيقة هو الاول والثانى مشبه بالاول والضوء ثابت فى جميع اجزاء الاجسام المشفة يعنى انه اذا وجد كثيف كما ذكرنا عند ذلك الجزء ظهر عليه ضوء ولزم مما ذكرنا ان يكون فى جميع الاجسام قوة قابلة للضوء وفى جميع الاجسام المشفة قوة مؤدية للضوء يعنى انه لا يمتنع من نفوذ الضوء فى جميع السموت المستقيمة التى يعرض عليها *

الفصل السابع

(ز) والضوء النافذ فى الاجسام المشفة على السموت المستقيمة هو المسمى بالشعاع والسموت المستقيمة خطوط متوهمة لا محسوسة وهى مع الضوء الممتد عليها هو الشعاع فالشعاع هو صورة جوهرية ممتدة على خطوط مستقيمة *

(اقول) فى قوله جوهرية نظر *

الفصل الثامن

(قال - ح) وانما سمى اصحاب التعاليم شعاع البصر شعاعاً تشبيها بشعاع الشمس و النار لان المتقدمين منهم يرون ان الابصار يكون بشعاع يخرج من البصر الى المبصر وانه قوة نورية من جنس الضوء هى القوة الباصرة وانها تمتد من البصر على سموت خطوط مستقيمة مبدؤها مركز البصر فاما من يرى ان الابصار يكون بصورة ترد الى البصر فانه يرى ان الشعاع يعنى الذى به يكون الادراك هو الضوء الممتد من المبصر على السموت المستقيمة التي تلتقى عند مركز البصر من جهة الاضواء الواردة منه اليه على سموت

شتى لان من يرى هذا الرأى يعتقد ان البصر مطبوع على الاحساس بهذه الاضواء فقط فالضوء الممتد على هذه الخطوط المتوهمة مع هذه الخطوط يسمى شعاعاً فشعاع البصر عند جميع اصحاب التعاليم هو ضوء ما يمتد على هذه الخطوط كان الضوء ضوء الكواكب او النار او البصر *

المقصد التاسع

(ط) ثم نقول ان الاجسام المشفة قسمان الفلكية وما دون الفلك والفلكية نوع واحد لانها من جوهر واحد وما دون الفلك ثلثة اقسام (احدها الهواء (والثانى) الماء والرطوبات المشفة كبياض البيض وطبقات البصر المشفة (والثالث) الاحجار المشفة كالزجاج والبلور فهذه هى انواع الاجسام المشفة *

المقصد العاشر

(ى) وهى مختلفة الشفيف وكل نوع منها فهو ايضا مختلف الشفيف سوى الفلك فالهواء مختلف الشفيف فمنه غليظ كالضباب والدخان وما خالطه غبار او دخان ومنه لطيف كالاهوية التى بين الجدران والهواء القريب من الفلك وكذلك الماء والرطوبات المشفة مختلفة الشفيف فمنها ما هو الطف كماء البحر ومنها ماهو اغلظ كالماء الجارى والذى يخالطه شيء من الاصباغ والامر فى الرطوبات المشفة والاحجار ابين *

المقصد الحادى عشر

(يا) والاجسام المشفة ما دون الفلك فيها كثافة ما لان كلا منها اذا اشرق عليها ضوء الشمس صدر عنها ضوء ثان الا ان الجسم كلما كان الطف كان الضوء الثانى الصادر عنه اضعف فاما صدور الضوء عن الهواء فان ذلك ظاهر فى ضوء الصباح واما الماء والاحجار المشفة فان الضوء الصادر عنها يظهر للحس اذا قرب اليها جسم ابيض من غير الجهة التى تمتد اليها الضوء النافذ فيها فانه يوجد على الجسم عند ذلك ضوء حادث لم يكن يظهر عليه

قبل

قبل و يكون ضعيفا فالضوء الثانى يصدر عن الاجسام المشفة كما عن الكثيفة الا ان الصادر عن المشف اضعف وكلما كان الشفيف اشد كان الضعف اشد ومعلوم ان صدور الضوء الثانى عن المشفة ليس اشراقا عن الاضواء النافذة فيها يمتد فى الجهات المقابلة للمضىء فقط والضوء الثانى الصادر عن المشفة يوجد ممتدا فى الجهات المقابلة لتلك الجهات وليس فى المشف ضوء سوى النافذ منه والثابت فيه فالاضواء الثوانى انما تصدر عن الثابتة فيه وليس لثبوت الضوء فى الاجسام علة غير الكثافة فاذا كان الجسم فى غاية الشفيف ولا كثافة فيه بوجه فالضوء ينفذ فيه ولا يثبت فيه فالاجسام المشفة التى تحت الفلك تخلط شفيفها كثافة *

(يب) اما شفيف الفلك على رأى صاحب المنطق فانه فى الغاية وليس جسم اشد شفيفا منه واما اصحاب التعاليم فانهم يرون ان الشفيف ليس له غاية وان كل جسم مشف فانه يمكن ان يكون ماهو اشد شفيفا منه وقد بين ابو سعيد العلاء بن سهل هذا المعنى ببرهان هندسى ونحن نبين ذلك بما هو اشد تلخيصا مما ذكر *

(وخلاصة ذلك) ان الجسم المشف المتوسط اللطافة اذا فرضناه مجاورا لمشف آخر مخالف له فى الشفيف وهو اغلظ ثم فرضناه شعاعا ممتدا فى الغليظ الى سطح الالطف مائلا عليه على عطفية معينة فانه ينعطف الى ضد جهة العمود وتبقى الباقية المذكورة فلو فرض شفيف الجسم اللطيف اكثر كانت زاوية الانعطاف اعظم والباقية اصغر فلكل من مراتب لطافة الالطف انعطافية تخصها وباقية تخصها بحسب عطفية معينة واذا كانت مراتب الشفيف انما تختلف بحسب زوايا الانعطاف والبواقي والباقية عن العطفية

المينة تقبل التجزى الى غير نهاية وكلما كانت اصغر كان الشفيف اشد فلا شفيف الا ويمكن ان يتخيل شفيف الطف منه فليس للشفيف غاية يقف عندها هذا هو رأى اصحاب التعاليم *

فاما اصحاب الطبيعي فانهم يقولون ان المعنى الموجود فى الاجسام الطبيعية انما يكون الى حد ونهاية والزوايا التى توجد فى الاجسام الطبيعية لاتتجزى الى غير نهاية وجودا بل توهما وكذا الجسم الذى فيه تفرض الزاوية لايتجزى الى غير نهاية فان الجسم الطبيعى ينقسم الى حد ما وهو على ماهو عليه من صورته ثم اذا انقسم بعد ذلك خلع صورته وصاحب المنطق يزيد انه لايوجد فى الاجسام الطبيعية ماهو اشد شفيفا من الفلك ولا يصح ان يوجد لانه يرى ان كل مايصح وجوده من الانواع فقد خرج الى الوجود والمذهبان صحيحان فهذا الذى ذكرناه جميع ما يحتاج الى علمه من احوال الضوء و الشفيف *

(اقول) واذقد يسر الله تعالى ماانصرفت اليه الهمة وتوجهت نحوه الرغبة من درك اصول هذا العلم على انه طالما الناس يمرون عليها وهم عنها معرضون فيها ماتشتهى الانفس وتلذ الاعين نعم ونزهة لذوى الافكار وعبرة لاولى الابصار و من تفريع ماانفق تفريعه وتلخيص ماتيسر تلخيصه وما ابرئ نفسى عن التقصير فيما تشمرت له من جد والقصور عما رمته من قصد و بذلت فيه من جهد ولا الوم من يفندنى فى رأيي رأيته ويقدح فى زندا وريته و يعطف بعنان طرفه عن سنن اجريته فرءاه نسجا من دون تحبير وانبا ضا من غير توتير لانى قد استهدفت سهاما يسددها الفكر عند النظر فى القوس وسددت كلاما نحو الغرض يعجب رماة الحدق وقصدت اصابة شاكلة

الرمى

الرمى تارة فى الهواء والماء وتارة فى السماء على ضعف الساعد وعوز المساعد والهم المكابد*

ومن ظن ممن يلاقى الحروب * بان لا يصاب فقد ظن عجزا

(الاانى) انشده الله ان يؤدى التأمل حقه ويرفع الشكوى من البين ولا يقتصر فى الاعتبارات المشار اليها على مرة اومرتين فانه اذا اكثر المعاودة يحقق الاكثر ومن يسر لذلك فالامر عليه ايسر*

اعد نظرا فالظن كالعين لا يرى * على البعد اشخاص الجسوم كما هى

فنستغفر الله من الخطاء ونعوذبه من الاصرار واياه نستعين فى التهدى الى الصواب ونرجوان تكون الاصول المخترعة والمسائل المودعة فى الكتاب قواعد يبتى عليها من يهش لها فيصل بها الى مالم نصل اليه ويصلح حيث ما اطلع على فساد لم نطلع عليه وما وجد فيه من هذا القبيل فمقتضى ضعف الغريزة وقلة البضاعة وكان من اتساق ونظام واستقامة منهج نحو مغزى ومرام وكل ذلك بميامن وبركات من الحضرة العليا والموقف الارفع الاسنى لازالت الحكم تجنى ببقائه ومرايا العقول تجلى بصياقل آرائه*

فلنختم الكتاب حامدين لله سبحانه وتعالى اولا
وآخراً وباطنا وظاهرا كما يستحقه ومصلين على نبيه
وصفيه وحبيبه محمد وآله الاخيار
وشيعته الابرار ومسلمين
تسليما كثيراً
كثيرا

بسم الله الرحمن الرحيم

خاتمة الطبع

الحمدلله الخالق البارئ مدبر الليل والنهار والصلوة والسلام على رسوله النبي المختار وآله النجباء الاخيار واصحابه الاتقياء الابرار *

(اما بعد) فقد وقع الفراغ من طبع كتاب تنقيح المناظر لاولى الابصار والبصائر في شهر شعبان المعظم سنة (١٣٤٨) من هجرة النبي صلى الله عليه وآله وسلم تحت حماية الرئيس الاعظم مربى العلماء الاعلام مروج العلوم بين الانام حضرة سلطان العلوم السلطان ابن السلطان مير عثمان على خان بهادر لا زالت شموس افاداته طالعة - على ذمة الرئيس الكبير امير المجلس الانتظامى للدائرة والركين الركن للسلطنة العلية الآصفية النواب سر حيدر نواز جنگ بهادر عم فيضه وتم نواله - والرئيس المكرم الامير المحترم امير المجلس العلمى النواب صدر يار جنگ بهادر صدر الصدور فى الامور المذهبية دام مجده - تحت الكفالة القوية للجناب المعلى الالقاب النواب مهدى يار جنگ بهادر دامت مكرمته و عمت مرحمته المعتمد للدائرة والركن الركن للسلطنة العلية الآصفية باهتمام السيد الجليل المكرم الحاج ظهور الحق ابقاهم الله بقاء الملوين بجاه سيد الكونين *

ثم لا يخفى على الناظر البصير ان هذا الكتاب كان نادر الوجود بحيث ماوجد منه الا نسختان فى رامفور واخرى فى بانكى فور فارباب الدائرة لما ارادوا طبعه اخذوا النقل من نسخة رام فور وفوضوه الى المولوى عنايت احمد النقوى فقابله الجناب الموصوف عن نسختى رامفور و نسخة بانكى فور وكتب العبارة فى آخر الكتاب ننقلها كما هى *

الحمد لله مفيض النعم والصلوة والسلام على سيدنا محمد منبع العلم والحكم واله واصحابه ذوي الجود و الكرم - وبعد فقد تم اليوم معارضة النسخة بنسختي رام فوروصققا بلتهاو كانت احدى النسختين ناقصة واخراهما متروكة العبارات من مواضع كثيرة وهكذا كان نسخة بانكي فورو لكن لم آل جهدا في تطبيق السابق باللاحق فجاء بحمد لله هذه النسخة كما قال القائل *

هذا كتاب لو يباع بمثله   درا لكان البائع المغبونا

٢٥ - ٦ - ٢١ ع - العبد العاجز عنايت احمد النقوى عفا الله عنه ولا يخفى ان الذيل والمقالات اللاحقة ليست في نسختي رام فور *

وبعد ذلك لما سمعوا بوجود نسخة منه في المكتبة الليدنية ارسلوا النسخة المنقولة الى مصحح الدائرة مستر كرنكو الالماني دام فيضه للمقابلة بها فالعالم الموصوف تحمل المشاق الكثيرة و قابلها فزاد بعض الاختلافات وخصوصاً اختلافات الاشكال كما يظهر للناظر في صفحات الاشكال الملحقة بالكتاب وبعد مارجع الكتاب من عند الجناب الموصوف باشرنا طبعه من تلك النسخة و تولى ذلك الحقير و الجناب المحترم الحبيب عبدالله العلوي ومولانا المكرم الشيخ عبدالرحمن اليماني واشرنا في الهامش الى ما عثرنا عليه في بعض المقامات من الغلط اوالاختلاف في الكتاب واشرنا للمستر كرنكو - ك - وللنسخة - الليدنية - ل - و - لمصحح الدائرة - ح - وللمولوى عنايت احمد - ع د - كما اشار هو بنفسه * والحمد لله اولاً وآخراً والصلوة والسلام على رسوله وآله ظاهراً وباطنا *

السيد زين العابدين الموسوى

المصحح الاول في الشعبة الادبية للدائرة

لازالت مفيدة للانام باقية الى يوم القيام

المقصد

المقصد

الفصل

(١) ن – تكملة ☆

الشكل

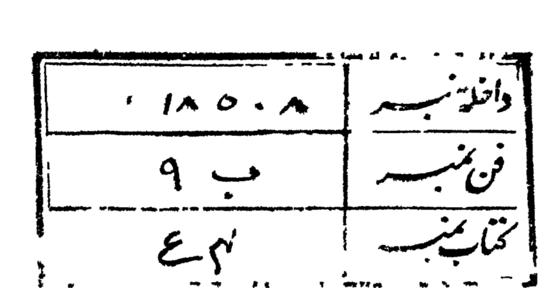
(١) صوابه (١٦١)

(١) الصواب (١٧٩) وهكذا الترتيب الى آخر الباب * (٢) صوابه (١٩٨) بناء على ما اشرنا اليه قبل وهكذا الى اخره *

جدول الخطاء والصواب للجزء الثانى من كتاب تنقيح المناظر

الصفحه	السطر	الخطاء	الصواب
٦	١٢	مستيقما	مستقيما
٧٢	١٨	ل ه	ل ن
٨٣	٢	فما بين	مما بين
٩٦	١٧	•	الشكل ١١٨
١١٤	٢١	بعينها	بعينها
١٧٥	٥	المحرفة	المحرقة
١٩٨	٢١	للبصرات	المبصرات
٢٠٨	٦	متاولبة	متوالية
٢١٦	٣	المحرفة	المحرقة
٢٤٩	١٦	•	الشكل ١٧٨
٢٧٩	١١	الشميات	الشمسيات
٢٩١	١٠	الى	اى
٣٠٨	٨	كان المبصر	فاذا كان المبصر
٣٣٢	ايضاً	بحازية	يحازيه
٣٣٣	٦	ومالسواد	واما السواد
٤١٩	١١	٢٢٢	٢٢
ايضاً	ايضاً	•	٢٢٧ (الشكل ١٦٩)

تم بيان الاغلاط الواقعة فى الجزء الثانى من كتاب
تنقيح المناظر فالحمد لله على ذلك



داخلہ نمبر	۱۸۵۰۸
فن نمبر	ب ۹
کتاب نمبر	ہم ع